



TESIS DOCTORAL

VARIANTES ANATÓMICAS DEL CONDUCTO DENTARIO
INFERIOR: VISUALIZACIÓN MEDIANTE TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO Y ORTOPANTOMOGRFÍA

Juan Muínelo Lorenzo

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA
FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2015





TESIS DOCTORAL

VARIANTES ANATÓMICAS DEL CONDUCTO DENTARIO
INFERIOR: VISUALIZACIÓN MEDIANTE TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO Y ORTOPANTOMOGRFÍA

Fdo. Juan Muinelo Lorenzo

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA
FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2015



AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES

Dra. María Mercedes Suárez Cunqueiro, Profesora Contratada Doctora del Departamento de Estomatología de la Universidad de Santiago de Compostela

Dr. Juan Antonio Suárez Quintanilla, Profesor Titular del Departamento de Ciencias Morfológicas de la Universidad de Santiago de Compostela

Como Directores de la Tesis Doctoral titulada “VARIANTES ANATÓMICAS DEL CONDUCTO DENTARIO INFERIOR: VISUALIZACIÓN MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO Y ORTOPANTOMOGRFÍA” presentada por el Licenciado en Odontología D. Juan Muinelo Lorenzo

Autorizan la presentación de la tesis indicada, considerando que reúne los requisitos exigidos en el artículo 34 del reglamento de Estudios de Doctorado, y como Directores de la misma consideran que no incurre en causas de abstención establecidas en la ley 30/1992.

Asdo.: Prof^a. M^aM. Suárez Cunqueiro

Asdo.: Prof. JA. Suárez Quintanilla

Santiago de Compostela, noviembre de 2015





A mis padres,
por toda su ayuda y dedicación.



Agradecimientos

A mis directores de la tesis, la profesora Mercedes Suárez y el profesor Juan Suárez, agradecer todos los buenos momentos vividos durante estos años, así como su ayuda infinita e indispensable para que este trabajo haya sido posible.

También agradecer a Ana y Oscar por su ayuda constante, compartiendo y resolviendo inquietudes a lo largo de estos años.

A Sara Marsillas y al Prof. Jesús Varela, su colaboración y su disposición en todo momento para llevar a cabo el análisis estadístico.

Al Prof. Jesús Penedo y el resto del grupo de Visión Artificial y Reconocimiento de Patrones (VARPA) del Departamento de Computación de la Facultad de Informática de la Universidad de la Coruña, por el enfoque sobre las posibilidades del CBCT.

A Lilian agradecer su disposición y su colaboración, indispensable para obtener los datos y las pruebas radiológicas de la Unidad de Radiología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela.

A mis compañeros y amigos del Máster de Cirugía, Periodoncia e Implantes de la Universidad de León, especialmente con mucho cariño a Ainara y Gloria. Agradecer asimismo, a los directores y organizadores, por poner a mi disposición el software de análisis de imágenes. También a Rafa por su colaboración gráfica mediante AutoCAD.

A mi compañero y amigo José Otero Sanfeliú por ofrecerme constantemente todo su apoyo, sabiduría y experiencia, sin los cuáles esto no hubiera sido posible. A mi compañero y amigo Matías Kilmurray por su apoyo, las conversaciones y todos los conocimientos compartidos. A mis compañeros de trabajo, Mabel, Nati, Iria y José, por su ayuda, en menor o mayor medida, con la cual ha sido más fácil la realización de este estudio.

Por último y más importante, a mi familia. A mis padres, Dolores y Manuel, que han hecho todo lo necesario para hacer realidad todos mis logros, al fin pueden sentir verse recompensados con su orgullo. A mi hermano Manuel, por toda su ayuda y por haber servido de ejemplo en todo momento.



ÍNDICE:

Índice figuras	15
Índice tablas	19
1 INTRODUCCIÓN.....	29
1.1 Anatomía y embriología del nervio dentario inferior	29
1.1.1 Embriología del nervio dentario inferior	31
1.1.2 Anatomía del conducto dentario inferior	32
1.1.3 Variaciones anatómicas del conducto dentario inferior.....	33
1.1.4 Ramas terminales y anastomosis del nervio dentario inferior	36
1.1.5 Morfología del foramen y del nervio mentoniano	37
1.2 Lesión del nervio dentario inferior	41
1.3 Anatomía de la arteria alveolar inferior	44
1.4 Morfología mandibular. Reabsorción alveolar y calidad ósea mandibular.....	46
1.5 Ortopantomografía	50
1.6 Tomografía computarizada de haz cónico	54
1.6.1 Funcionamiento de la tomografía computarizada de haz cónico.....	55
1.6.2 Dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva	61
1.6.3 Calidad de la imagen.....	66
1.6.4 Ventajas y limitaciones de la tomografía computarizada de haz cónico	70
1.6.5 Aplicaciones de la tomografía computarizada de haz cónico en odontología	72
2 JUSTIFICACIÓN	81
3 OBJETIVOS	85
4 METODOLOGÍA	89
4.1 Aspectos éticos y legales	89
4.2 Población de estudio. Criterios de inclusión y exclusión. Selección del grupo de estudio.....	90
4.2.1 Criterios de inclusión	90
4.2.2 Criterios de exclusión	90

4.2.3 Selección del grupo de estudio	91
4.3 Sistemas de imagen.....	94
4.4 Diseño del estudio de investigación y procedimiento de análisis de las imágenes. Parámetros registrados. Selección de imágenes para comparar entre tomografía computarizada de haz cónico y ortopantomografías.....	94
4.4.1 Diseño del estudio de investigación y procedimiento de análisis de las imágenes	94
4.4.2 Clasificaciones y medición de los parámetros analizados	95
4.4.3 Selección de imágenes para comparación entre tomografía computarizada de haz cónico y ortopantomografía	103
4.5 Análisis estadístico.....	105
4.5.1 Estadística descriptiva.....	105
4.5.2 Estadística inferencial	105
5 RESULTADOS.....	111
5.1 Variables anatómicas del conducto dentario inferior: canales mandibulares bífidos y forámenes retromolares.....	111
5.1.1 Canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico.....	111
5.1.2 Canales mandibulares bífidos en ortopantomografías	116
5.1.3 Forámenes retromolares en tomografía computarizada de haz cónico.....	121
5.1.4 Forámenes retromolares en ortopantomografías.....	123
5.2 Variantes anatómicas del conducto dentario inferior II: forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios	126
5.2.1 Foramen mentoniano en tomografía computarizada de haz cónico.....	126
5.2.2 Foramen mentoniano accesorio en tomografía de haz cónico	144
5.2.3 Foramen mentoniano en ortopantomografías	150
5.2.4 Foramen mentoniano accesorio en ortopantomografías	159
5.2.5 Características óseas en las regiones del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio	162

6 DISCUSIÓN.....	169
6.1 Canales mandibulares bífidos	169
6.1.1 Canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico.....	170
6.1.2 Canales mandibulares bífidos en ortopantomografías	179
6.2 Foramen retromolar.....	183
6.2.1 Foramen retromolar en tomografía computarizada de haz cónico.....	184
6.2.2 Foramen retromolar en ortopantomografías	187
6.3 Foramen mentoniano	188
6.3.1 Foramen mentoniano en tomografía computarizada de haz cónico.....	188
6.3.2 Foramen mentoniano en ortopantomografías	198
6.4 Foramen mentoniano accesorio	201
6.4.1 Foramen mentoniano accesorio en tomografía computarizada de haz cónico.....	202
6.4.2 Foramen mentoniano accesorio en ortopantomografías	209
6.5 Implicaciones clínicas.....	210
7 CONCLUSIONES	219
8 BIBLIOGRAFÍA	223
9 ANEXOS	243
9.1 Artículos originales publicados.....	243
9.2 Diseño industrial.....	243
9.3 Anexo 1.	244
9.4 Anexo 2.	252
9.5 Anexo 3.	260



ÍNDICE FIGURAS:

Figura 1.	Anatomía de las ramas nerviosas originadas a partir del nervio mandibular	30
Figura 2.	Formación del conducto dentario inferior	31
Figura 3.	Anatomía intramandibular del nervio dentario inferior	33
Figura 4.	Foramen mentoniano derecho en un paciente con una reducción de una fractura mandibular mediante placa de osteosíntesis	38
Figura 5.	Presencia de un foramen mentoniano accesorio en una reconstrucción 3D de tomografía computarizada de haz cónico.	40
Figura 6.	Clasificación de las lesiones nerviosas de nervios periféricos	44
Figura 7.	Reabsorción ósea avanzada con forámenes mentonianos a nivel de la cresta ósea en una reconstrucción 3D de tomografía computarizada de haz cónico.....	46
Figura 8.	Clasificación de la reabsorción ósea mandibular según Cadwood y Howell.....	48
Figura 9.	Clasificación de la reabsorción ósea mandibular según Cadwood y Howell (línea de referencia delimitando el hueso alveolar y el hueso basal)	48
Figura 10.	Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb	49
Figura 11.	Índice Cortical Mandibular de Klemetti y cols.	50
Figura 12.	Representación de diferentes campos de visión de la tomografía computarizada de haz cónico	56
Figura 13.	Diagrama de flujo de la selección de la muestra de estudio para el análisis de los canales mandibulares bífidos y los forámenes retromolares.....	92
Figura 14.	Diagrama de flujo de la selección de la muestra de estudio para el análisis del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio.....	93
Figura 15.	Clasificación morfológica de los canales mandibulares bífidos.....	96
Figura 16.	Corte transversal de tomografía computarizada de haz cónico. Características analizadas: Ancho mandibular. Diámetro conducto dentario inferior.	97
Figura 17.	Corte sagital de tomografía computarizada de haz cónico. Características morfológicas de los canales mandibulares bífidos.	97
Figura 18.	Clasificación de la posición anteroposterior del foramen mentoniano	98
Figura 19.	Parámetros registrados en los cortes transversales de tomografía computarizada de haz cónico.	100

Figura 20. Características morfométricas de los forámenes mentonianos y los forámenes mentonianos accesorios analizadas en cortes sagitales de tomografías computarizadas de haz cónico.....	100
Figura 21. Clasificación del tipo de emergencia del foramen mentoniano	101
Figura 22. Clasificación de la calidad ósea de Lekholm & Zarb.....	102
Figura 23. Índice Cortical Mandibular de Klemetti y cols.	102
Figura 24. Clasificación del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías.....	104
Figura 25. Prevalencia de canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico.	112
Figura 26. Canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico	112
Figura 27. Prevalencia de canales mandibulares bífidos según el género, en tomografía computarizada de haz cónico.	113
Figura 28. Prevalencia de canales mandibulares bífidos en ortopantomografías.	117
Figura 29. Canal mandibular (CM) bífido dental y CM bífido anterior en una reconstrucción para-panorámica de tomografía computarizada de haz cónico. Ortopantomografía correspondiente al mismo paciente	118
Figura 30. Prevalencia de forámenes retromolares en tomografía computarizada de haz cónico.....	121
Figura 31. Reconstrucciones multiplanares de tomografía computarizada de haz cónico	121
Figura 32. Prevalencia de forámenes retromolares en ortopantomografías.....	123
Figura 33. Canales mandibulares (CMs) bífidos retromolares en una reconstrucción para-panorámica de tomografía computarizada de haz cónico. Los CMs bífidos retromolares bilaterales son también identificados mediante la ortopantomografía	124
Figura 34. Distribución de la forma del foramen mentoniano.....	127
Figura 35. Efecto de la edad en la posición del foramen mentoniano	128
Figura 36. Características morfométricas del foramen mentoniano atendiendo a su posición anteroposterior	130
Figura 37. Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano.....	132
Figura 38. Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano según la edad	133

Figura 39. Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano según el estado de edentulismo	134
Figura 40. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta la cresta alveolar según la edad. Comparativa entre la población general y la población completamente dentada.	136
Figura 41. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta la cresta alveolar según el género	137
Figura 42. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta el borde mandibular inferior según la edad. Comparativa entre mujeres y varones	138
Figura 43. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta el borde mandibular inferior en función del ángulo de emergencia.....	138
Figura 44. Evolución de la ratio entre la distancia desde el foramen mentoniano a la cresta alveolar y la distancia vertical mandibular según la edad. Comparativa entre pacientes dentados y desdentados	140
Figura 45. Distribución del área del foramen mentoniano en varones y mujeres según el lado mandibular.....	143
Figura 46. Distribución del área del foramen mentoniano en función de la presencia o no de foramen mentoniano accesorio, según el lado mandibular.....	143
Figura 47. Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en tomografía computarizada de haz cónico	144
Figura 48. Distribución de la forma del foramen mentoniano.....	145
Figura 49. Posición del foramen mentoniano accesorio en relación al foramen mentoniano.	147
Figura 50. Posición anteroposterior del foramen mentoniano accesorio en relación a la posición anteroposterior del foramen mentoniano	147
Figura 51. Posición anteroposterior del foramen mentoniano accesorio en relación a su origen desde el conducto dentario inferior	149
Figura 52. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías.....	150
Figura 53. Foramen mentoniano en ortopantomografías. Foramen mentoniano en tomografía computerizada de haz cónico.....	151
Figura 54. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el género.....	152

Figura 55. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según la edad.....	153
Figura 56. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo a la forma del foramen mentoniano.	156
Figura 57. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías en relación a la presencia de forámenes mentonianos accesorios	158
Figura 58. Foramen mentoniano accesorio en reconstrucción para-panorámica de tomografía computarizada de haz cónico. Foramen mentoniano accesorio visualizado en la ortopantomografía correspondiente.....	160
Figura 59. Comparación entre imágenes de tomografía computarizada de haz cónico y de ortopantomografía en la mandíbula del mismo paciente.....	161



ÍNDICE TABLAS:

Tabla 1.	Nomenclatura de los signos y síntomas de las alteraciones neurosensoriales	42
Tabla 2.	Tipos de errores y consecuencias durante la realización de ortopantomografías	53
Tabla 3.	Dosis efectivas en técnicas radiológicas convencionales.....	63
Tabla 4.	Dosis efectivas de las unidades de tomografía computarizada de haz cónico.....	64
Tabla 5.	Características morfométricas de los canales mandibulares bífidos y forámenes retromolares analizadas en las tomografías computarizadas de haz cónico.....	97
Tabla 6.	Características morfométricas de los forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios analizadas en las tomografías computarizadas de haz cónico.....	99
Tabla 7.	Frecuencia de aparición de canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico	113
Tabla 8.	Prevalencia de canales mandibulares bífidos en relación al género en tomografía computarizada de haz cónico.....	113
Tabla 9.	Prevalencia de canales mandibulares bífidos en relación a la edad en tomografía computarizada de haz cónico.....	114
Tabla 10.	Características morfométricas de los canales mandibulares bífidos según el género, la edad y el lado mandibular.....	114
Tabla 11.	Características morfométricas de los distintos tipos canales mandibulares bífidos.....	115
Tabla 12.	Anchura mandibular y diámetro del conducto dentario inferior según el género, edad y lado mandibular	116
Tabla 13.	Prevalencia de canales mandibulares bífidos en relación al género en ortopantomografías	117
Tabla 14.	Prevalencia de canales mandibulares bífidos en relación a la edad en ortopantomografías.....	117
Tabla 15.	Análisis descriptivo de la visibilidad de los canales mandibulares bífidos en las ortopantomografías	119

Tabla 16. Características morfométricas de los canales mandibulares (CMs) bífidos, anchura mandibular y diámetro del conducto dentario inferior según la visualización de los CMs bífidos en ortopantomografías	120
Tabla 17. Efecto de la edad, el género, anchura mandibular y las características morfométricas de los canales mandibulares bífidos en su visualización en ortopantomografías.....	120
Tabla 18. Prevalencia de forámenes retromolares en relación al género en tomografía computarizada de haz cónico	122
Tabla 19. Prevalencia de forámenes retromolares en relación a la edad en tomografía computarizada de haz cónico	122
Tabla 20. Características morfométricas de los canales mandibulares retromolares según el género.....	123
Tabla 21. Prevalencia de forámenes retromolares en relación al género en ortopantomografías.....	124
Tabla 22. Prevalencia de forámenes retromolares en relación a la edad en ortopantomografías.....	125
Tabla 23. Diámetro del foramen retromolar según su visualización en ortopantomografías.....	125
Tabla 24. Efecto de la edad, el género y el diámetro de los forámenes retromolares en su visualización en ortopantomografías.....	126
Tabla 25. Distribución de la localización anteroposterior del foramen mentoniano en relación a los dientes mandibulares según la hemimandíbula.....	127
Tabla 26. Distribución de la localización anteroposterior del foramen mentoniano en relación a los dientes mandibulares según el género y la edad	128
Tabla 27. Características morfométricas del foramen mentoniano en relación a la localización del foramen	129
Tabla 28. Características morfométricas del foramen mentoniano en hemimandíbulas derecha e izquierda.....	130
Tabla 29. Características morfométricas del foramen mentoniano según el género.....	131
Tabla 30. Características morfométricas del foramen mentoniano según la edad.	131
Tabla 31. Características morfométricas del foramen mentoniano según el estado de edentulismo.....	132

Tabla 32.	Disribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano según el género y la edad.....	133
Tabla 33.	Distribución del tipo de emergencia en relación a la localización anteroposterior del foramen mentoniano	133
Tabla 34.	Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano en relación al estado de edentulismo.....	134
Tabla 35.	Características morfométricas del foramen mentoniano en relación al tipo de emergencia.....	135
Tabla 36.	Efecto del género, la edad y el estado dental en la distancia desde el foramen mentoniano a la cresta alveolar	135
Tabla 37.	Efecto del género, la edad y el ángulo de emergencia en la distancia desde el foramen mentoniano al borde inferior mandibular	137
Tabla 38.	Efecto del género, la edad, el estado dental y el ángulo de emergencia en la distancia vertical mandibular	139
Tabla 39.	Efecto de la edad y el estado dental en la ratio entre la distancia del foramen mentoniano a la cresta alveolar y la distancia vertical mandibular.....	140
Tabla 40.	Efecto del género y la presencia de forámenes mentonianos accesorios en el diámetro mayor del foramen mentoniano.....	141
Tabla 41.	Efecto del género, el lado mandibular, la posición del foramen mentoniano y la presencia de forámenes mentonianos accesorios en el diámetro menor del foramen mentoniano	141
Tabla 42.	Efecto del género, el lado mandibular y la presencia de forámenes mentonianos accesorios en el área del foramen mentoniano	142
Tabla 43.	Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en relación al género, la edad y el lado mandibular en tomografía computarizada de haz cónico.....	144
Tabla 44.	Características morfométricas del foramen mentoniano accesorio según el género	145
Tabla 45.	Características morfométricas del foramen mentoniano accesorio según la edad.....	146
Tabla 46.	Características morfométricas del foramen mentoniano accesorio según el lado mandibular.	146

Tabla 47.	Posición del foramen mentoniano accesorio atendiendo a la posición anteroposterior del foramen mentoniano.....	148
Tabla 48.	Posición anteroposterior del foramen mentoniano accesorio en relación al punto de origen desde el conducto dentario inferior	148
Tabla 49.	Comparación intraindividual de las características morfológicas del foramen mentoniano para la presencia o ausencia de forámenes accesorios	150
Tabla 50.	Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías	151
Tabla 51.	Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías según el género	152
Tabla 52.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el género	152
Tabla 53.	Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías según la edad.	153
Tabla 54.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según la edad.	153
Tabla 55.	Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías según el estado de edentulismo	154
Tabla 56.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el estado de edentulismo	154
Tabla 57.	Características morfométricas del foramen mentoniano en relación a su aspecto en ortopantomografías.....	155
Tabla 58.	Características morfométricas del foramen mentoniano en relación a su visibilidad en ortopantomografías.	155
Tabla 59.	Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo ala forma del foramen mentoniano	156
Tabla 60.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo a la forma del foramen mentoniano	156
Tabla 61.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo al tipo de emergencia del foramen mentoniano	157
Tabla 62.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el lado mandibular.	157

Tabla 63.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías en relación a la presencia de forámenes mentonianos accesorios	157
Tabla 64.	Efecto del género, edad, estado dental y las características morfométricas del foramen mentoniano y morfológicas del hueso en la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías.....	159
Tabla 65.	Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano accesorio en ortopantomografías según el género, la edad y el lado mandibular	160
Tabla 66.	Efecto del género, la edad, el estado dental y las características morfométricas del foramen mentoniano accesorio y morfológicas del hueso en la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías.....	162
Tabla 67.	Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio.....	163
Tabla 68.	Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio según el género.....	164
Tabla 69.	Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio según la edad.....	165
Tabla 70.	Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio atendiendo al estado de edentulismo.....	165
Tabla 71.	Prevalencia de canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico.....	170
Tabla 72.	Prevalencia de canales mandibulares bífidos en ortopantomografías	180
Tabla 73.	Prevalencia de forámenes retromolares en cráneos secos	185
Tabla 74.	Prevalencia de forámenes retromolares en tomografía computarizada de haz cónico.....	185
Tabla 75.	Prevalencia de forámenes retromolares en ortopantomografías	188
Tabla 76.	Posición anteroposterior del foramen mentoniano en distintas poblaciones.....	194
Tabla 77.	Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en tomografía computarizada de haz cónico	204
Tabla 78.	Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías.....	210



Abreviaturas:

AAOMR	Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial
ALARA	Tan bajo como sea razonablemente posible (<i>As Low As Reasonably Achievable</i>)
ALADA	Tan bajo como sea el diagnóstico posible (<i>As Low As Diagnostically Achivable</i>)
ATM	Articulación temporomandibular
Bits	Digitos binarios (<i>Binnary Digits</i>)
CBCT	Tomografía computarizada de haz cónico (<i>Cone Beam Computed Tomography</i>)
CCD	Dispositivo de acoplamiento de carga (<i>Charged Coupled Device</i>)
CM	Canal mandibular
DICOM	Imagen digital y comunicaciones en medicina (<i>Digital Imaging and Communication in Medicine</i>)
DQE	Eficiencia de detección cuántica (<i>Detective Quantum Efficiency</i>)
FM-BIM	Distancia desde el borde inferior del foramen mentoniano al borde inferior mandibular
FM-BSM	Distancia desde el borde superior del foramen mentoniano al borde superior mandibular (cresta alveolar)
FM-BSM/VM	Ratio entre distancia FM-BSM y distancia VM (vertical mandibular)
FMA-BIM	Distancia desde el borde inferior del foramen mentoniano accesorio al borde inferior mandibular
FMA-BSM	Distancia desde el borde superior del foramen mentoniano accesorio al borde superior mandibular (cresta alveolar)
FOV	Campo de visión (<i>Field Of View</i>)
FPD	Detector de panel plano (<i>Flat Panel Detector</i>)
FR	Foramen retromolar
MTF	Función de Transferencia de Modulación
IASP	Asociación Internacional para el Estudio del Dolor
II	Intensificador de Imagen
IRCP	Comisión Internacional en Protección Radiológica
MCI	Índice Cortical Mandibular
OPG	Ortopantomografía

Píxel	Elemento de imagen (<i>Picture element</i>)
PSP	Placa de fósforo fotoestimulable (<i>Photostimulable Phosphor Plate</i>)
SNR	Razón señal-ruído (<i>Signal to Noise-Ratio</i>)
VM	Distancia vertical mandibular
Voxel	Píxel volumétrico (<i>Volumetric pixel</i>)
TC	Tomografía computarizada
TFT	Transistor de película plana (<i>Thin film transistor</i>)
W_R	Factor de ponderación para el tipo de radiación (<i>Radiation Weighting Factor</i>)
W_T	Factor de ponderación para el tipo de tejido (<i>Tissue Weighting Factor</i>)



1. INTRODUCCIÓN





1 INTRODUCCIÓN

El conducto dentario inferior, también denominado conducto mandibular o conducto alveolar inferior, es un canal óseo que contiene una estructura crítica en los procedimientos dentales, el nervio dentario inferior. Además contiene una arteria y una vena, formando todo junto el paquete vásculo nervioso dentario inferior. El nervio dentario inferior es una rama del nervio mandibular, originado de la tercera rama del V par cráneo o trigémino (V3), que se encarga de inervar los dientes mandibulares formando el plexo dentario inferior, del cual salen ramas hacia la encía y hacia los dientes^{1,2}.

1.1 ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA DEL NERVIO DENTARIO INFERIOR

El nervio mandibular es la rama terminal inferior y más voluminosa del nervio trigémino. A diferencia de las ramas oftálmica y maxilar, las cuales contienen solo fibras aferentes, la rama mandibular contiene fibras aferentes y eferentes. Es un nervio mixto, que resulta de la unión de una de las ramas de la raíz sensitiva y de la raíz motora (nervio masticador). En su trayecto discurre por la base del cráneo hasta su salida a través del agujero oval del hueso esfenoides hacia la fosa infratemporal. El tronco principal origina, como ramas colaterales, el nervio espinoso, una rama meníngea recurrente que inerva la región de la arteria meníngea media, y el nervio pterigoideo medial. A continuación, se divide en un pequeño tronco anterior y un tronco posterior, de mayor tamaño. Del tronco anterior se originan el nervio maseterino, el nervio temporal profundo, el nervio bucal y el nervio pteridogideo lateral. Del tronco posterior, fundamentalmente sensitivo, surgen tres ramas principales, el nervio auriculotemporal, el nervio lingual y el nervio alveolar o dentario inferior, rama mayor de la división mandibular del nervio trigémino¹. Dentro de la fosa infratemporal, el nervio dentario inferior se separa del nervio lingual, en ángulo agudo, a una distancia del foramen oval de entre 13,5 y 8,7 mm de promedio^{3,4}. Ocasionalmente se presentan fibras que conectan el nervio auriculotemporal y el nervio dentario inferior en la región temporomandibular⁵. El nervio dentario inferior se origina en la superficie posterolateral del tronco y desciende unido al nervio lingual entre los dos músculos pterigoideos, situándose entre la aponeurosis interpterigoidea localizada por dentro, y la

aponeurosis pterigomaxilar, el músculo pterigoideo externo y la rama ascendente, que están por fuera. El nervio alveolar inferior puede presentar variaciones anatómicas, en especial en su relación con la arteria maxilar², así como ser comprimido durante su curso por las estructuras vecinas, particularmente cuando discurre entre el pterigoideo lateral y el pterigoideo medial. Cuando estos músculos se contraen, ambos, el nervio lingual y el nervio alveolar inferior, pueden verse comprimidos⁶. El resultado es la aparición de dolor, particularmente durante la masticación, lo cual puede llegar a causar una neuralgia del trigémino⁷.

Posteriormente a su paso por el borde inferior del músculo pterigoideo externo, el nervio dentario inferior gira hacia afuera y abajo para alcanzar la superficie medial de la mandíbula. En este trayecto el nervio pasa entre el ligamento esfenomandibular y la rama mandibular, para entrar en la mandíbula a través del foramen mandibular. La distancia media desde la escotadura sigmoidea al foramen mandibular es de 17,4 mm (rango 15-20 mm)⁴. Desde el borde inferior del músculo pterigoideo interno, el nervio dentario inferior va unido a la arteria alveolar inferior, la cual surge de la arteria maxilar. Joo y cols.⁴ describen que la longitud del nervio dentario inferior hasta el foramen mandibular es de 31 mm (rango 13-44 mm). Antes de entrar en el foramen mandibular, el nervio alveolar inferior origina el nervio milohioideo. En su transcurso intraóseo va unido a la arteria alveolar inferior, con la que forma el paquete neurovascular alveolar inferior, y origina las dos ramas terminales: los nervios mentoniano e incisivo^{1,2} (Fig. 1).

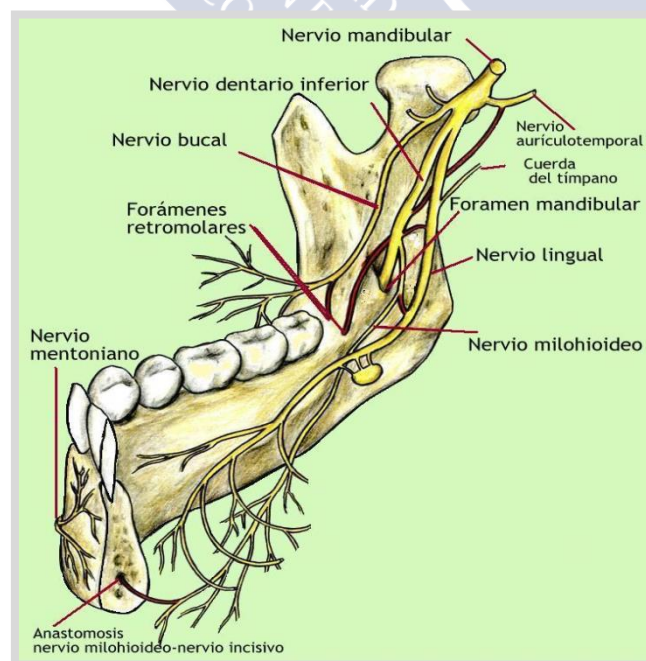


Figura 1. Anatomía de las ramas nerviosas originadas a partir del nervio mandibular.

1.1.1 Embriología del nervio dentario inferior

Embriológicamente, el conducto dentario inferior se forma a partir del primer arco branquial o faríngeo (Fig. 2). Los arcos branquiales aparecen entre la cuarta y quinta semana del desarrollo intrauterino. El cartílago del primer arco branquial está formado por una porción dorsal llamada proceso maxilar, que se extiende hacia delante debajo de la región correspondiente al ojo, y una porción ventral, el proceso mandibular o cartílago de Meckel. En el curso del desarrollo ambos procesos, el maxilar y el cartílago de Meckel, experimentan regresión y desaparecen. El mesénquima del proceso maxilar dará origen más tarde a la premaxila, el maxilar, el hueso cigomático y parte del hueso temporal por osificación membranosa. La mandíbula se forma de manera análoga por osificación membranosa del tejido mesenquimatoso que rodea al cartílago de Meckel. Únicamente una pequeña porción del cartílago de Meckel experimenta una transformación fibrosa⁸.

Cada arco branquial está inervado por un nervio craneal específico. La inervación de los músculos del primer arco branquial llega únicamente por la rama maxilar inferior del nervio trigémino. Como el mesénquima del primer arco contribuye también a la dermis de la cara, la inervación sensitiva de la piel facial es suministrada por las ramas oftálmica, maxilar superior y maxilar inferior. El nervio dentario inferior es formado durante el desarrollo embrionario para inervar tres grupos dentarios diferentes, incisivos temporales, molares temporales y dientes permanentes, proceso que termina con la fusión de estos tres nervios en uno, el nervio dentario inferior⁹.

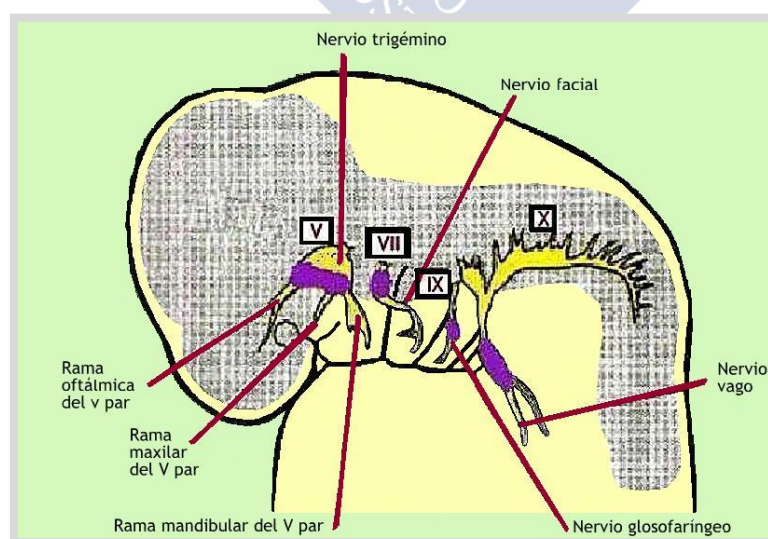


Figura 2. Formación del conducto dentario inferior a partir del primer arco branquial del desarrollo embrionario. Cada arco branquial está inervado por un nervio craneal específico.

Algunos estudios anatómicos han revelado que en el feto y el niño de corta edad, la mandíbula está recorrida por otro conducto, llamado conducto de Serres, subyacente al conducto mandibular. El conducto de Serres presenta únicamente contenido vascular. Desde el nacimiento tiende a obliterarse y a desaparecer de forma temprana. Sin embargo, a veces se identifica en el adulto su orificio posterior por debajo y por detrás del orificio del conducto dentario inferior y su orificio anterior está situado por delante del agujero mentoniano¹⁰.

1.1.2 Anatomía del conducto dentario inferior

El conducto dentario inferior se inicia en la cara interna de la rama mandibular y continua con un trayecto intraóseo, inferiormente y anteriormente, hacia el cuerpo de la mandíbula, hasta su salida a través del foramen mentoniano, denominándose entonces nervio mentoniano (Fig. 3). El nervio mentoniano envía ramas sensitivas al mentón, al labio inferior y a la encía localizada anterior al nervio mentoniano. El orificio donde se inicia el nervio dentario inferior o foramen mandibular, está situado a igual distancia del borde anterior y posterior de la rama ascendente, sobre la prolongación del borde alveolar y está limitado anteriormente por un saliente triangular agudo, que se denomina espina de Spix. En el momento de entrar en él, origina el nervio milohioideo, que va a inervar el músculo milohioideo y el vientre anterior del músculo digástrico. En dicho foramen, el nervio está en posición anterior y medial a la arteria alveolar inferior. Esta configuración ocurre en el 60% de los casos, en el 20 % de los casos, el nervio se sitúa lateralmente, en el 10% está en una posición posterior a la arteria y en otro 10% de los casos el nervio discurre de forma independiente a la arteria¹¹.

Anderson y cols.¹² describen que el curso del conducto dentario inferior puede seguir una dirección descendente progresiva, a medida que avanza anteriormente, presentar una dirección descendente muy marcada o describir un trayecto en forma de curva catenaria. El paquete neurovascular dentario inferior circula en su trayecto intraóseo, generalmente, muy próximo a la cortical mandibular lingual¹³. No obstante en mandíbulas anchas y gruesas puede localizarse en relación próximo a la cortical vestibular. Tamas¹⁴ observó esta posición bucal en el 6% de las mandíbulas. Pyun y cols.¹⁵ describen que el nervio dentario inferior sigue un trayecto constante de lingual a vestibular desde el segundo molar al primer molar, con algunas variaciones en su curso proximal al primer molar dependiendo de la posición del foramen mentoniano. Levine y cols.¹⁶ describen que en pacientes con mayor edad y en los pacientes de raza caucásica existe una menor distancia desde el conducto dentario hasta la cortical

vestibular. Con respecto a la relación intraconducto de la arteria, vena y el nervio dentario inferior, Kim y cols.¹⁷ encontraron que los vasos ocupaban una posición superior al nervio dentario inferior. Las venas generalmente son múltiples, a diferencia de la arteria que suele ser única, avanzando en una posición lingual y ligeramente superior con respecto al nervio¹⁸. Aunque se han realizado diversas descripciones anatómicas del conducto dentario inferior, no existe un consenso en su trayecto y distribución¹⁹. Actualmente existen dos métodos para el estudio morfológico del conducto dentario inferior: la disección en cadáveres y las técnicas de imagen.

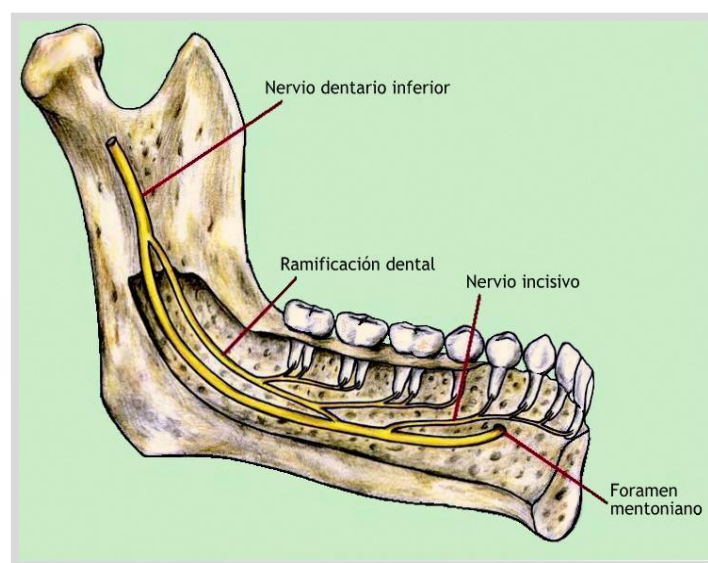


Figura 3. Anatomía intramandibular del nervio dentario inferior.

1.1.3 Variaciones anatómicas del conducto dentario inferior

El conducto dentario inferior puede presentar bifurcaciones mediales, laterales, inferiores y superiores. En 1927, Olivier²⁰ describe que el conducto dentario inferior se presenta en forma de un único canal en el 60% de las mandíbulas. En el resto de los casos, los canales presentan ramificaciones dentro del hueso. Sin embargo, no se reportaron mayores anomalías hasta la aparición de la radiografía panorámica en 1950 y con el desarrollo la radiografía digital a partir de 1978, permitiendo una mejor calidad de la imagen. En 1973 surgen dos publicaciones sobre bifurcaciones del conducto dentario inferior como una característica radiológica de interés^{21, 22}. Diversos estudios radiográficos con ortopantomografías muestran una prevalencia de bifurcaciones del conducto dentario inferior entre el 0,08 y el 0,95 %²³⁻²⁸. Sin embargo, Naitoh et al.²⁹ observan la presencia de conductos dentarios inferiores dobles en

un 65% de las imágenes obtenidas mediante CBCT. Carter y Keen³⁰ después de haber realizado un estudio en cadáveres clasificaron el nervio dentario inferior en tres variantes anatómicas.

La hipótesis embriológica trata de explicar la presencia de conductos dentarios inferiores bífidos o trifidos. El canal mandibular estaría formado por la fusión de los tres nervios alveolares inferiores que inervan tres grupos de dientes mandibulares⁹. Durante el desarrollo embriológico, el crecimiento rápido y el remodelado prenatal de la rama mandibular, originan a través de una calcificación intramembranosa, la formación del conducto dentario inferior. Se cree que la presencia de conductos mandibulares dobles y triples es debida a la fusión incompleta de estos tres nervios^{31, 32}.

La localización de múltiples conductos dentarios inferiores conlleva la modificación de las técnicas anestésicas, así como de las técnicas quirúrgicas para evitar alteraciones nerviosas, insensibilidad, entumecimiento, disestesias o parestesias⁹.

1.1.3.1 Clasificación de las variaciones anatómicas del conducto dentario inferior

Las investigaciones disponibles sobre las variantes anatómicas del conducto dentario inferior han establecido diferentes clasificaciones basándose en la localización, distribución y configuración de los canales bífidos. Estas clasificaciones presentan diversas características, según el método de análisis empleado, bien anatómico o radiológico, mediante ortopantomografías o CBCTs^{25, 26, 33, 34}.

Carter y Keen³⁰ realizando un estudio en cadáveres clasificaron el nervio dentario inferior en tres variantes anatómicas:

- Tipo I: el nervio dentario inferior como una estructura única en el interior de un canal óseo.
- Tipo II: el nervio dentario inferior con varias ramificaciones nerviosas y situado en una posición notablemente baja.
- Tipo III: el nervio dentario inferior separándose en el inicio de su recorrido en dos grandes ramas, una superior que inervaría el segundo y el tercer molar y otra inferior que se dirige al foramen mentoniano e inervaría el resto de los dientes.

Nortjé y cols.^{26, 34} describen, utilizando ortopantomografías, tres patrones fundamentales de bifurcación del nervio dentario inferior:

- Tipo I: constituye la ramificación más común, consiste en la presencia de una bifurcación con dos canales originados de un único foramen mandibular, y generalmente con el

mismo tamaño. En el tipo Ia, el canal inferior es el que presenta un menor tamaño; y en el tipo Ib, el canal superior es el menor de los dos canales.

- Tipo II: un pequeño canal en dirección superior dirigido hasta la región del segundo o tercer molar.
- Tipo III: es la bifurcación que presenta una menor frecuencia, consiste en dos canales, aparentemente del mismo tamaño, que se originan de distintos forámenes mandibulares en la rama mandibular, y que confluyen formando un único canal en la región molar del cuerpo mandibular.
- Tipo IV: es un variante anatómica con dos canales, en la cual el canal suplementario se origina en el triángulo retromolar y confluye con el canal principal en el área retromolar.

Langlais y cols.²⁵ elaboran en su análisis en ortopantomografías, una clasificación en función de la localización anatómica y configuración del conducto dentario inferior. Distinguen 4 tipos:

- Tipo I: representa un canal bífido unilateral o bilateral que se extiende a la región del tercer molar o al área circundante. Representa el 38,6% de las variaciones.
- Tipo II: incluye aquellos canales bífidos unilaterales o bilaterales que confluyen en un conducto principal en la rama de la mandíbula. Representa el 54,4% de las variaciones.
- Tipo III: es una combinación de los tipos I y II. Representa el 3,5% de las variaciones.
- Tipo IV: consiste en dos canales, cada uno de los cuales se origina en agujeros mandibulares diferentes, que se unen para formar un único conducto de mayor tamaño. Representa el 3,5% de las variaciones.

Langlais y cols.²⁵ también afirman que los conductos dentarios principales y los canales bífidos pueden tener conductos accesorios adicionales de menor tamaño.

La clasificación más reciente es la desarrollada en 2009 por Naitoh y cols.³³ mediante el análisis de CBCTs. Estos autores realizan una clasificación de los CMs bífidos en 4 tipos:

- Canal retromolar. - El canal se bifurca desde el conducto dentario inferior en la región de la rama mandibular y se dirige con una dirección ascendente alcanzando la zona retromolar. La zona retromolar consiste en una depresión en forma triangular, delimitada medialmente por la cresta temporal y lateralmente por el borde anterior de la rama mandibular³⁵. El foramen de dicho canal se observa en la superficie ósea de la región retromolar^{36, 37}.

- Canal dental.- El canal sigue su curso intraóseo hasta finalizar en la parte radicular del segundo o del tercer molar inferior.
- Canal anterior.- El canal se origina de la pared superior del conducto dentario inferior, con la posibilidad de confluir de nuevo o no con el conducto mandibular, en su trayecto anterior.
- Canal bucolingual.- La ramificación del conducto dentario se origina en las paredes lingual o bucal del conducto dentario inferior.

Otra variación del nervio dentario inferior que tiene importancia clínica es el bucle anterior (“*loop*”, en la literatura anglosajona) el cual es una extensión anterior del nervio dentario inferior en su salida a través del agujero mentoniano^{38, 39}. Otras variaciones del conducto dentario inferior, diferentes a las descritas anteriormente, son la aparente ausencia completa del canal, además de la descripción de obliteraciones parciales del conducto, las asimetrías con respecto a la posición alta o baja del conducto dentario inferior y la presencia de forámenes mentonianos dobles o accesorios.

1.1.4 Ramas terminales y anastomosis del nervio dentario inferior

En el conducto dentario inferior, el nervio generalmente se divide en tres o cuatro ramas que inervan los molares y los premolares, y dos ramas terminales, el nervio incisivo y el nervio mentoniano. Las ramas dentarias del nervio dentario inferior varían en número y se dividen de forma arbitraria en anterior, media y posterior. La rama dentaria posterior se separa del nervio dentario inferior en la parte más posterior del canal; las ramas dentarias medias se separan del tronco nervioso por debajo del primer molar o del segundo premolar; y la rama dentaria anterior es el nervio incisivo. Antes de que los nervios dentales inferiores emitan sus ramas terminales, intercambian fibras formando el plexo dentario inferior o alveolar inferior. Las ramas terminales de este plexo se pueden dividir en los nervios dentarios y en los nervios interdentes e interradiculares. Los primeros, es decir, los nervios dentarios, entran a través de los ápices de los dientes e inervan sus pulpas. Los nervios interdentes inervan el ligamento periodontal de los dientes y terminan en la papila gingival. Jakobsen y cols.⁴⁰ destacan la existencia de una relación entre el conducto dentario inferior y la agenesia dental, observando la ausencia del conducto dentario inferior unilateral cuando existe agenesia total dental en la misma hemimandíbula. Esta relación es posteriormente confirmada por Sejrnsen y cols.⁴¹.

El nervio incisivo es la prolongación anterior del nervio dentario inferior a través del canal incisivo, e inerva los caninos y los incisivos mandibulares. El nervio mentoniano, la rama terminal de mayor tamaño, abandona el cuerpo de la mandíbula, emergiendo a través del agujero mentoniano, entre el hueso y el músculo cuadrado del mentón. A continuación, se divide por debajo del músculo depresor del ángulo de la boca, generalmente en tres ramas, con un diámetro aproximado de 1 mm. Una rama se dirige hacia abajo, e inerva la piel del mentón. Las otras dos ramas siguen un curso anterosuperior hacia el labio inferior donde inervan la piel, la mucosa del labio y la mucosa de la superficie alveolar vestibular hasta el segundo premolar⁴². Estas ramas mentonianas pueden presentar anastomosis con ramas mandibulares del nervio facial o del nervio bucal^{1,43}.

A lo largo de su curso intraóseo el nervio dentario inferior puede presentar anastomosis con otras ramificaciones de la rama mandibular del trigémino tales como, el nervio milohioideo, el nervio lingual, el nervio bucal y el nervio aurículotemporal. Varios autores describen la presencia de forámenes múltiples en la mandíbula y su importancia en la vascularización e inervación⁴⁴⁻⁴⁸. La presencia de forámenes accesorios se ha asociado a ramificaciones del nervio dentario inferior. Se han descrito ramificaciones en localización alta, en la fosa infratemporal que discurren hacia la base de la apófisis coronoides, hasta entrar en la mandíbula a través del foramen retromolar, aportando inervación a los molares inferiores³⁷. El nervio bucal, mediante ramificaciones que entran en la mandíbula a través del foramen retromolar, puede inervar los molares inferiores.

1.1.5 Morfología del foramen y del nervio mentoniano

La mandíbula a lo largo de los períodos cronológicos evolutivos ha sufrido una disminución del tamaño general en el hombre, en comparación con el resto de los primates. El foramen mentoniano ha sufrido variaciones en su tamaño y localización. Al contrario que la mandíbula, el foramen mentoniano presenta el menor diámetro en cráneos del período Neolítico, seguido del período Medieval y el mayor diámetro en los siglos XIX-XX. Durante el proceso evolutivo, el foramen mentoniano se ha desplazado desde su posición en la región molar de los cráneos en el Neolítico, hasta la posición actual en la región de los premolares⁴⁹.

Existen grandes variaciones anatómicas que afectan al nervio y al foramen mentoniano respecto a la localización, la dirección de emergencia, el número, la forma y el tamaño^{50, 51}. La localización del foramen mentoniano presenta cambios con la edad. En adultos, el foramen mentoniano se sitúa en una posición media entre el borde alveolar y el borde inferior del

cuerpo mandibular mientras que en los niños dentados su posición es más caudal en la mandíbula, y en lactantes y neonatos presenta una posición más cerca del margen alveolar⁵², desplazándose en sentido inferior con el desarrollo del niño⁵³. Además, en la infancia el foramen se sitúa a nivel del germen dentario del primer molar y con la erupción de los dientes permanentes, se sitúa en una posición anterior alcanzando el segundo premolar⁵⁴.

Generalmente el foramen está localizado más hacia coronal del conducto dentario inferior, cerca del ápice del segundo premolar mandibular o entre los ápices de los premolares, y puede ser redondo u oval⁵⁰ (Fig. 4). Entre un 25% y un 38% de los casos su posición es superior a los ápices de los premolares inferiores⁵⁵. Varios autores⁵⁶⁻⁵⁸ observan que el agujero mentoniano está localizado 28 mm lateral a la línea media y entre 14-15 mm superior al borde mandibular inferior. Un estudio similar realizado por Neiva y cols.⁵⁹ observan que el agujero mentoniano está situado entre 22 y 31 mm de la línea media (valor medio de 27,6 mm) y entre 9 y 15 mm (valor medio 12 mm) superior al borde mandibular inferior. En otros estudios se valora la posición del agujero mentoniano respecto al borde inferior de la mandíbula y de la cresta alveolar^{11, 60-63}. De forma general, se puede considerar que se ubica a mitad de camino entre la cresta alveolar y el borde inferior mandibular. No obstante, hay que tener en cuenta que existen muchos parámetros que podrían alterar esta relación como son la enfermedad periodontal, la pérdida ósea postextracción y la pérdida ósea por un traumatismo^{42, 52, 60}.

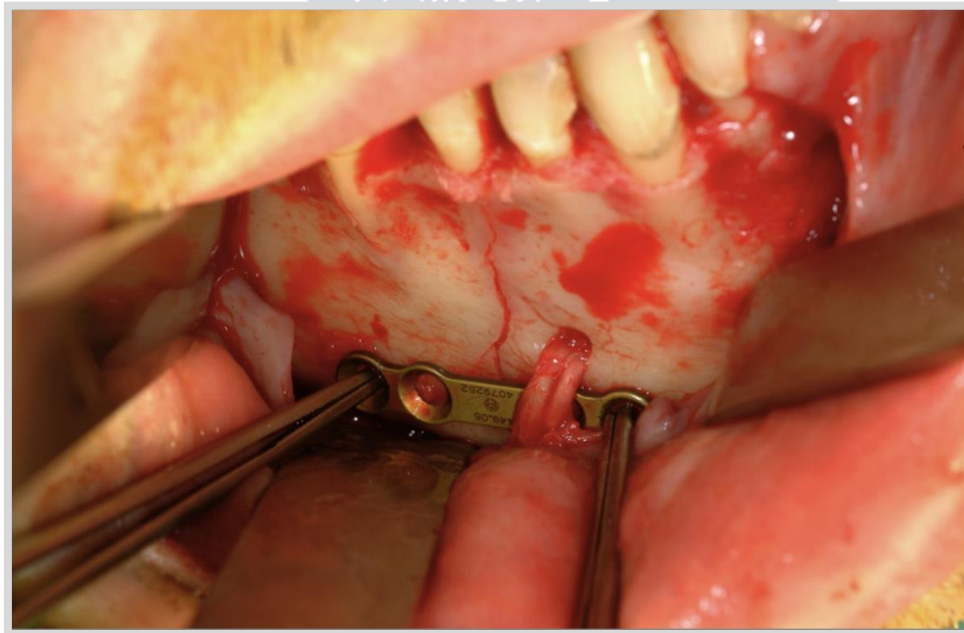


Figura 4. Foramen mentoniano derecho en un paciente con una reducción de una fractura mandibular mediante placa de osteosíntesis.

El patrón de emergencia más común del nervio mentoniano, en ambos sexos, es el patrón con dirección posterior⁶⁴. Así, la emergencia del nervio mentoniano predominante en Caucásicos y Maoríes es el patrón en dirección posterior, el cual representa el 85-90% de los casos (Fig. 5). Estudios anatómicos realizados en cráneos de sujetos negros indican que la emergencia más frecuente es en ángulo recto, representando un 45%.

Se han propuesto varias hipótesis para explicar el patrón de emergencia posterior del nervio mentoniano. Warwick⁶⁵ sugiere que este patrón de inclinación del foramen se relaciona con el desarrollo del mentón, teoría apoyada por Montagu⁶⁶, el cual explica que el patrón de crecimiento mandibular se dirige en sentido anteroposterior, y por lo tanto, el foramen se abriría en la misma dirección. De Villiers⁶⁷ también acepta esta teoría y describe como el patrón de emergencia anterior se convierte, con la erupción del segundo molar deciduo, en una inclinación posterior. Esto explicaría la mayor frecuencia del patrón de emergencia posterior. Sin embargo, no ofrece una explicación a la alta incidencia de emergencia en ángulo recto que se observa en personas de raza negra. Otras explicaciones respecto al tipo de emergencia podrían ser que la forma del canal se modifica por la acción de la musculatura involucrada en la expresión oral. Se ha postulado que podría estar determinada genéticamente, de esta forma la explicación funcional tendría una menor influencia⁶⁴.

Es importante destacar que se ha descrito la presencia de varios forámenes mentonianos^{49, 68-73} (Fig. 5). La formación de estos forámenes mentonianos accesorios puede explicarse por la separación temprana del nervio mentoniano, antes de la formación del foramen mentoniano^{70, 74}. La formación del foramen mentoniano no es completa hasta la décimosegunda semana intrauterina cuando el nervio mentoniano se divide en varios fascículos. Algunos autores relacionan la existencia de forámenes accesorios con la presencia de ramas accesorias del nervio mentoniano^{29, 71, 75-77}. Hu y cols.⁷⁸ realizan una clasificación de las ramificaciones del nervio mentoniano según su distribución en 4 tipos: angular, labial medial inferior, labial lateral inferior y mentoniana, que se originan a partir de 3 ó 2 ramas principales que emergen del foramen mentoniano. Alantar y cols.⁷⁹ identifican un promedio de dos ramificaciones labiales inferiores, con la presencia de un número variable de entre 1 y 4 ramificaciones. Toh y cols.⁷⁴ confirman que las ramificaciones que emergen del foramen mentoniano accesorio inervan la mucosa oral, la piel de la comisura, la zona media labial y la zona gingival de los molares. Fuakami y cols.⁸⁰ describen que en algunos casos a través de estos forámenes penetran ramificaciones de la arterial facial.

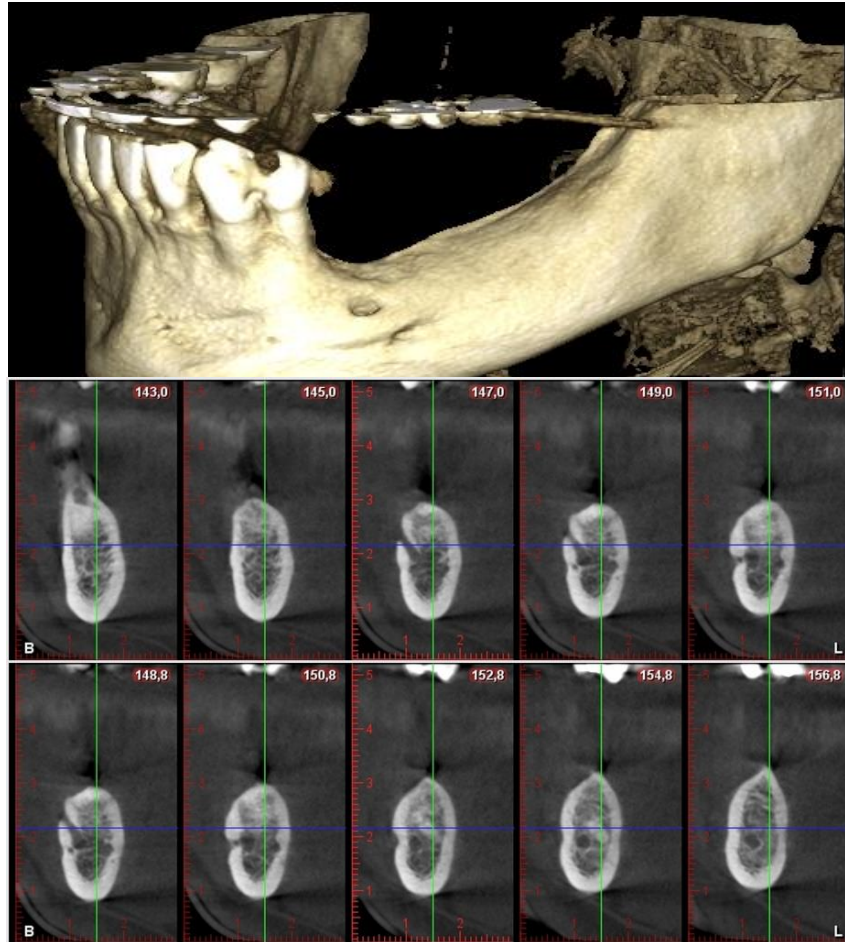


Figura 5. Presencia de un foramen mentoniano accesorio en la hemimándibula derecha en una reconstrucción 3D de imágenes de tomografía computarizada de haz cónico.

Se ha descrito que algunas ramas terminales del nervio dentario inferior, después de salir a través del foramen mentoniano, vuelven a entrar en la mandíbula a través de la cortical labial innervando los incisivos inferiores⁸⁰⁻⁸². Esta situación se caracteriza por la presencia de dos forámenes en la región mentoniana. El foramen posterior es de mayor tamaño para albergar el conducto dentario inferior no dividido aún en sus ramas terminales, y presenta una apertura anterior. El foramen anterior presenta un menor diámetro para permitir el paso del nervio incisivo, y con una apertura en dirección posterior. De este modo, este foramen anterior permite la reentrada del nervio incisivo en la mandíbula y los autores lo consideran como foramen incisivo⁸². Primeramente Serman^{82, 83} y posteriormente, Neves y cols.⁸⁴ identifican una variación en la que se observa un foramen mentoniano accesorio con emergencia en la cortical lingual. Fuakami y cols.⁸⁰ describen la presencia de los forámenes accesorios que no presentan una comunicación con el conducto dentario inferior, a diferencia

de lo que ocurre con los forámenes mentonianos accesorios, denominados aquellos forámenes bucales accesorios o forámenes nutricios. A través de los forámenes bucales accesorios penetran ramas de las arterias submentoniana, facial y bucal, aunque también se han identificado ramas del nervio mentoniano.

Toh y cols.⁷⁴ sugieren una posible relación entre la posición de los forámenes mentonianos accesorios y el área que inervan. Katakami y cols.⁷¹ confirman que la posición del foramen mentoniano accesorio está influenciada por el lugar de bifurcación y la longitud de la rama mentoniana accesorio. Estos autores explican que la posición del foramen mentoniano, en relación con el foramen mentoniano accesorio, presenta una mayor variación en el plano horizontal que en el vertical. Respecto a estudios raciales, Sawyer y cols.⁸⁵ describen la frecuencia de forámenes accesorios en indios asiáticos, afroamericanos, blancos americanos e indios nazca precolombinos. Consideran que la presencia de forámenes mentonianos accesorios está relacionada con la raza. Observan una menor frecuencia en blancos americanos e indios asiáticos que en los otros grupos étnicos. Así, en los blancos americanos se presentan con una frecuencia del 1,4%, en los indios asiáticos del 1,5%, en afroamericanos del 5,7% y en los indios nazca del 9%.

1.2 LESIÓN DEL NERVIO DENTARIO INFERIOR

Es fundamental, durante cualquier procedimiento quirúrgico, evitar el daño al nervio dentario inferior y a los vasos adyacentes. El nervio dentario inferior está contenido en un canal óseo, que lo predispone a sufrir compresiones y como consecuencia isquemia. La persistencia de una lesión nerviosa depende de la intensidad de la lesión, del tiempo transcurrido y de la proximidad de la lesión al cuerpo celular (lesiones más proximales presentan peor pronóstico)⁸⁶. Durante los procedimientos quirúrgicos orales puede ocurrir una lesión nerviosa debido a diversos factores como, factores mecánicos durante la inyección anestésica, al fresado implantológico, la compresión provocada por el implante, restos óseos (cuerpos extraños) o de manera indirecta debido a la compresión por hematomas⁸⁶. La lesión nerviosa también puede ser causada por factores químicos o térmicos que provocan la destrucción directa de las estructuras nerviosas. Además de los tratamientos quirúrgicos, otros procedimientos como la realización de un tratamiento conservador, por ejemplo una endodoncia, puede causar lesiones nerviosas como consecuencia de una sobreinstrumentación, una sobreobturación^{87, 88}, fracturas de instrumentos⁸⁹ o la entrada de

cementos selladores dentro del conducto, produciendo un efecto neurotóxico⁹⁰. Se ha descrito que el daño al nervio dentario inferior ocurre en el 1% de los casos cuando se realiza un tratamiento endodóncico en premolares mandibulares⁹¹.

Se ha descrito que el género femenino y el aumento de la edad son factores que aumentan el riesgo de déficits neurosensoriales^{92, 93}. Respecto al género, Selvi y cols.⁹³ describen que este riesgo es 5 veces mayor en mujeres. Respecto a la edad, se ha demostrado que en los individuos de mayor edad, la regeneración del cuerpo celular es más lenta y complicada que en individuos más jóvenes, asociándose la edad al grado de reparación de la lesión nerviosa^{92, 94}.

La lesión del paquete vásculo-nervioso puede originar diversas alteraciones neurosensoriales de las zonas anatómicas que inerva el nervio dentario inferior⁵⁰. Aunque la literatura existente relacionada con las alteraciones nerviosas de los nervios periféricos es abundante^{87, 89, 95}, los términos para describir cualquier sensación alterada se han usado con significados superpuestos. La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP)⁹⁶ ha estandarizado un sistema de nomenclatura para definir los signos y síntomas clínicos de las alteraciones neurosensoriales. La parestesia es definida como una alteración de la sensibilidad que no es desagradable. La disestesia define cualquier alteración de la sensibilidad que es desagradable. La anestesia es la pérdida total de la sensibilidad o sensación. Estas tres categorías principales abarcan los términos más comunes para déficits neurosensoriales (Tabla 1). Las lesiones menos traumáticas, a menudo, se asocian con hiperestesias. Por el contrario, las lesiones más graves son las lesiones inicialmente anestésicas con mala función orofacial y asociadas a formas irradiadas y referidas de parestesia.

Tabla 1. Nomenclatura de los signos y síntomas de las alteraciones neurosensoriales según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP). Grupo de Trabajo sobre Taxonomía⁹⁶ (Kioto 2007).

Anestesia	Pérdida total de sensibilidad o sensación
Disestesia	Sensación anormal desagradable espontánea o provocada
Alodinia	Dolor debido a un estímulo que normalmente no provoca dolor
Hiperpatía	Reacción dolorosa anormal ante un estímulo, especialmente ante un estímulo repetitivo, así como un aumento del umbral
Causalgia	Dolor ardiente persistente
Anestesia dolorosa	Dolor en un área o región que presenta anestesia
Parestesia	Sensación anormal que no es desagradable
Hipoestesia	Sensibilidad disminuida ante un estímulo
Hiperestesia	Sensibilidad aumentada ante un estímulo
Hipoalgesia	Disminución de la respuesta a un estímulo que normalmente produce dolor
Hiperalgesia	Aumento de la respuesta a un estímulo que normalmente produce dolor
Sinestesia	Sensación percibida en una región cuando otra es estimulada

En 1943, Seddon⁹⁷ realiza una clasificación según criterios morfofisiológicos de las lesiones nerviosas mecánicas. La clasificación de Seddon se basa en el curso del tiempo y el grado de recuperación sensorial, separando los daños nerviosos en tres categorías (Fig. 6):

- Neuropraxia. No existe pérdida de continuidad del nervio, el axón no se ve afectado. El nervio se ha elongado o existe un traumatismo cerrado causado por compresión. Aparece como consecuencia de una manipulación del nervio. Existe un bloqueo de la conducción del nervio sin una interrupción anatómica. La sensibilidad o función se recuperará de 1 a 2 días después de la resolución del edema intrafascicular, generalmente entre 1 y 3 semanas posteriores a la lesión del nervio. Aunque en algunos casos en los que existe una disrupción mecánica de las vainas de mielina, la recuperación sensorial y funcional no es completa hasta 1 ó 2 meses. El resultado de este tipo de lesión es la aparición de parestesia.
- Axonotmesis. No existe pérdida de continuidad del nervio, se produce una degeneración de las vainas mielínicas y los axones, aunque las estructuras conjuntivas del nervio permanecen intactas. A pesar de que el axón está dañado no existe afectación de la vaina endoneural, perineuro y epineuro. La tracción y compresión son los mecanismos habituales de este tipo de lesión. Los signos de recuperación funcional del nervio, sin intervención quirúrgica, aparecen, generalmente, entre 2 y 4 meses, y continúan mejorando durante los próximos 8 a 10 meses. La respuesta a una axonotmesis es una anestesia inicial, seguida por un período de parestesia hasta que comienza la recuperación.
- Neurotmesis. Lesión parcial o completa del nervio con disrupción completa del axón y su vaina de mielina. Los factores desencadenantes son la tracción, compresión, lesión por inyección, lesión química, laceración con disrupción completa del nervio o arrancamiento. La pérdida de la función nerviosa es completa. La respuesta psicofísica a estas lesiones es la inmediata anestesia, seguida por parestesia o respuestas neuropáticas del tipo de alodinia, hiperpatía, hiperalgesia o dolor crónico. Existe un pronóstico pobre de recuperación y no se produce la regeneración espontánea. La recuperación sensorial y funcional nunca es completa y la única posibilidad de recuperación es la intervención quirúrgica. La probabilidad de desarrollar un neuroma central como consecuencia de esta lesión es elevada⁸⁶.

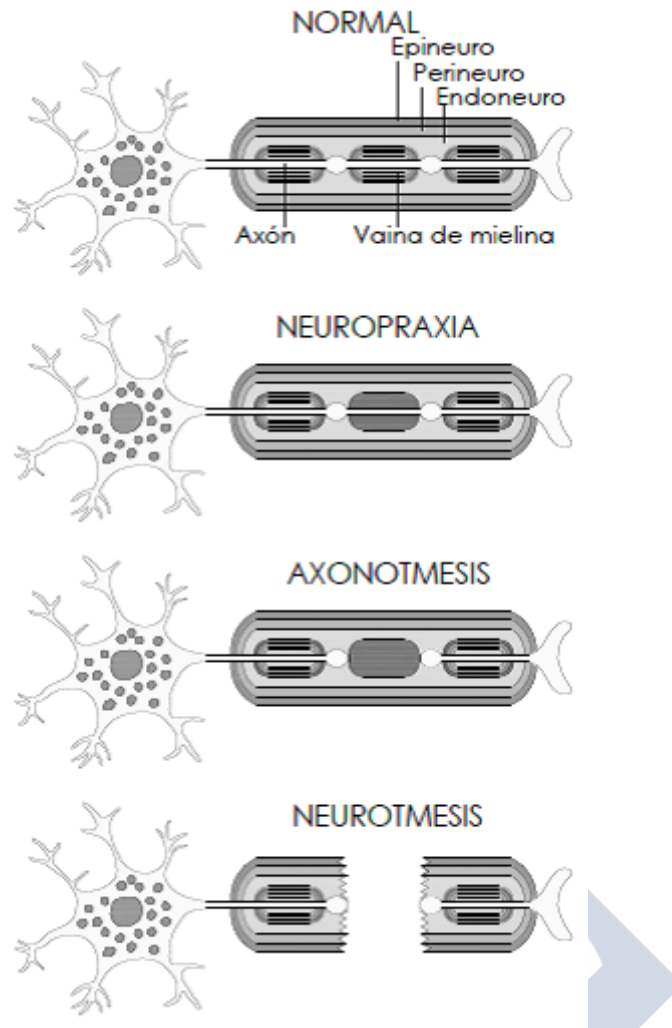


Figura 6. Clasificación de las lesiones nerviosas de nervios periféricos según Seddon⁹⁷.

Tres meses después de la lesión del nervio alveolar inferior, se producen cambios centrales y periféricos permanentes dentro del sistema nervioso, que hacen poco probable que responda al tratamiento quirúrgico de la lesión⁹⁸. Una lesión se considera permanente cuando persiste más allá de los 6 meses⁹⁹. Baghery y cols.⁹⁴ amplían este plazo y observan un descenso importante en las tasas de éxito cuando el tiempo transcurrido tras la lesión es superior a los 12 meses.

1.3 ANATOMÍA DE LA ARTERIA ALVEOLAR INFERIOR

Existen anatomistas que consideran que el origen de la arteria alveolar inferior, también denominada arteria dentaria inferior, depende de la relación que presente la arteria maxilar con el músculo pterigoideo externo. Cuando la arteria maxilar se dispone superficialmente al pterigoideo lateral, la arteria alveolar inferior es una rama de la arteria maxilar. Sin embargo,

cuando la arteria maxilar sigue un curso profundo, la arteria alveolar inferior se suele originar, junto con de la arteria temporal profunda posterior, a partir de un tronco común que rodea el borde inferior del músculo pterigoideo. Tanto la arteria maxilar como la temporal profunda posterior, son ramas terminales de la arteria carótida externa¹⁰⁰. También se han descrito casos en los que se muestra un origen de la arteria alveolar inferior directamente desde la arteria carótida externa¹⁰¹⁻¹⁰³.

La arteria alveolar inferior acompaña al nervio dentario inferior. Al igual que el nervio se divide en dos ramas, la arteria incisiva y la arteria mental o mentoniana. La arteria incisiva continúa por la región apical de los incisivos inferiores, hacia la línea media, donde se anastomosa con la arteria incisiva contralateral. La arteria dentaria inferior y su rama incisiva emiten pequeñas ramas hacia el hueso esponjoso y otras ramas hacia las raíces de los dientes, penetrando a través del ápice de los dientes en la pulpa. Las ramas mentonianas salen de la mandíbula a través del agujero mentoniano, irrigan el mentón y se anastomosan con las arterias submentonianas y las arterias labiales inferiores. Antes de penetrar en el conducto dentario inferior, la arteria dentaria inferior da una rama que irriga el músculo milohioideo, denominada arteria milohioidea. La vena alveolar inferior procede del plexo pterigoideo que acompaña a la arteria alveolar inferior, y es a través de ella, por donde drenan los dientes mandibulares.

Los vasos sanguíneos se encuentran en una posición superior dentro del conducto dentario inferior¹⁷. Pogrel y cols.¹⁸ describen una posición lingual de la arteria alveolar inferior, con respecto a la vena. Mediante el estudio histológico del contenido del canal dentario inferior se identifican una arteria principal acompañada de numerosas arterias pequeñas, así como un plexo venoso alrededor del nervio alveolar inferior¹⁰⁴. Bertl y cols.¹⁰⁵ describen que, durante su trayecto, la arteria alveolar inferior presenta variaciones en su posición, pero siempre localizándose cercana a la cortical del conducto, en una posición periférica con respecto al nervio alveolar inferior. A su entrada en la mandíbula, a través del foramen mandibular, la arteria alveolar principal ocupa generalmente una posición inferior. Siendo infrecuente esta posición inferior en el todo el resto del trayecto, excepto en la región próxima al foramen mentoniano. La posición bucal de la arteria prácticamente es exclusiva de la región de la rama mandibular. Varios estudios coinciden en afirmar que las posiciones más frecuentes de la arteria alveolar inferior, en el cuerpo mandibular, son la superior y la lingual^{17, 18, 105}.

1.4 MORFOLOGÍA MANDIBULAR. REABSORCIÓN ALVEOLAR Y CALIDAD ÓSEA MANDIBULAR

La reabsorción ósea mandibular afecta a la posición vertical del conducto dentario inferior y del nervio mentoniano (Fig. 7). El Glosario de Términos Prostodóncicos considera que estamos ante una atrofia cuando existe una disminución en el tamaño del tejido, del órgano o una disminución del tamaño celular¹⁰¹. De acuerdo a la Ley de Wolff el hueso se remodela según las fuerzas que se aplican, de esta forma cada vez que ejerce su función se produce un cambio en la arquitectura ósea interna y externa¹⁰⁶. Las fuerzas que se generan durante la masticación son muy importantes para mantener el diente dentro de su alveolo y para conservar el hueso alveolar, es decir, el tejido duro de sostén del diente. Este hueso alveolar que sostiene al diente es frágil y se continúa en la zona más apical con el hueso basal, ambos no presentan diferencias estructurales¹⁰⁷.

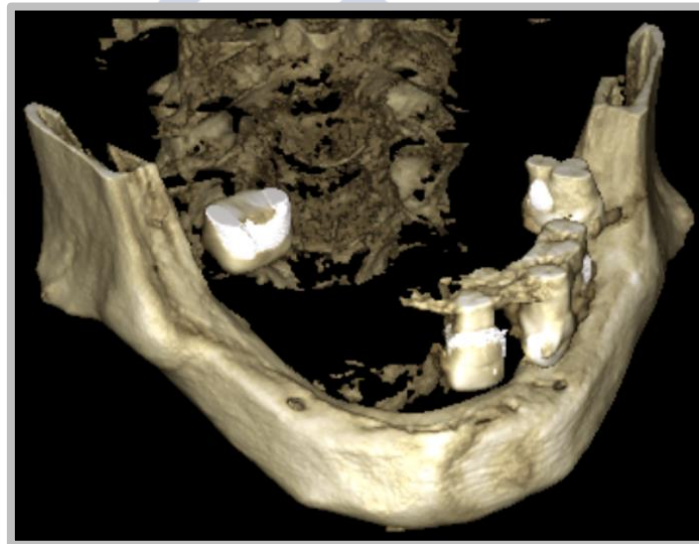


Figura 7. Reabsorción ósea avanzada con forámenes mentonianos a nivel de la cresta ósea en una reconstrucción 3D obtenida mediante tomografía computarizada de haz cónico.

Como consecuencia de la pérdida de dientes se producen cambios en todo el volumen de la cresta ósea. Estos cambios dimensionales que ocurren en el hueso alveolar después de la extracción de un diente han sido documentados en diversos estudios¹⁰⁸⁻¹¹⁰. Después de la extracción se produce la reabsorción de la cresta, principalmente en horizontal, mientras que la reducción vertical es mucho menor. Se considera que se producirá una reabsorción del ancho crestal superior al 50%. Esta reducción afectará mucho más a la cortical vestibular que a la cortical lingual, y la mayor parte de la reabsorción se producirá en la región de los molares.

Los estudios realizados en humanos, en los que se obtuvieron biopsias de la porción marginal alveolar o de la porción central del alveolo, se utilizan para describir cómo se produce la cicatrización. En animales, se realizaron estudios histológicos del proceso alveolar, aunque hay que tener en cuenta que la modelación y la remodelación del alveolo son de tres a cinco veces más rápidas en perros que en humanos¹¹⁰⁻¹¹³. Este análisis histológico indicó que el proceso de curación del alveolo se puede dividir en tres etapas: una fase inflamatoria, una fase proliferativa y una fase de modelación y remodelación ósea¹¹⁴. La fase inflamatoria se subdivide a su vez en dos fases: la fase de formación del coágulo sanguíneo y la fase de migración de las células inflamatorias. La fase proliferativa se subdivide también en dos fases: formación de tejido fibroso y óseo inmaduro. Esta formación de tejido es rápida e intensa. El tejido óseo inmaduro se identifica en la segunda semana postextracción y permanece en la herida durante varias semanas. Este hueso inmaduro es un tipo de hueso provisional que no está preparado para recibir carga y por lo tanto necesita ser reemplazado por hueso maduro. La fase de modelado y remodelado del hueso constituye la tercera y última fase. En la fase de modelado se produce un cambio en la forma y la arquitectura del hueso, mientras que en la fase de remodelado se produce un cambio, sin cambio concomitante en la forma y la arquitectura. El hueso inmaduro se reemplaza por médula ósea y por hueso laminar, mientras que la reabsorción que se produce en las paredes del alveolo genera un cambio dimensional de la cresta ósea, esto es el resultado del modelado óseo.

Es durante el primer año, después de la pérdida del diente, cuando se produce la mayor reabsorción ósea, esto ocurre principalmente en los tres primeros meses después de la extracción, aunque continúa a lo largo de la vida¹¹⁵. Tallgren¹¹⁶ demostró que la cantidad de pérdida de hueso durante el primer año postextracción es casi diez veces mayor que durante los siguientes años. Este fenómeno es variable, irreversible, impredecible, entre distintos pacientes, y acumulativo. La parte posterior de la mandíbula es la zona que pierde hueso con mayor rapidez que cualquier otra zona, se reabsorbe a una velocidad cuatro veces mayor que la porción anterior¹⁰⁸. La pérdida de dientes produce primeramente una pérdida de hueso alveolar, siguiéndole posteriormente una pérdida de hueso basal. Las diferentes fases de la pérdida de hueso postextracción han sido descritas por diversos autores^{107, 117}.

La reabsorción ósea postextracción se puede cuantificar a través de las radiografías panorámicas. La cantidad de hueso perdido debido al proceso de reabsorción se ha estimado en un 21% a los 3 meses, en un 36% a los 6 meses, y un 44% a los 12 meses¹¹⁸. Después de 25 años la cresta alveolar puede haberse reabsorbido en la mandíbula en una altura

aproximada de unos 10 mm. Esta pérdida ósea es unas cuatro veces más pequeña en el maxilar que en la mandíbula, lo cual puede ser debido a que las cargas se transmiten en una superficie más pequeña en la mandíbula¹⁰⁷.

En 1988 Cawood y Howell¹¹⁹ proponen una clasificación de la reabsorción ósea basándose en los cambios más comunes que presentan el reborde de la mandíbula y el maxilar edéntulos. La clasificación es la siguiente (Fig. 8 y Fig. 9):

- Clase 1: reborde con dientes.
- Clase 2: reborde inmediatamente postextracción.
- Clase 3: reborde redondeado con altura y ancho adecuados.
- Clase 4: reborde en filo de cuchillo, altura adecuada, pero ancho inadecuado.
- Clase 5: reborde plano con altura y ancho adecuados.
- Clase 6: reborde con depresiones y evidencia de pérdida de hueso basal.

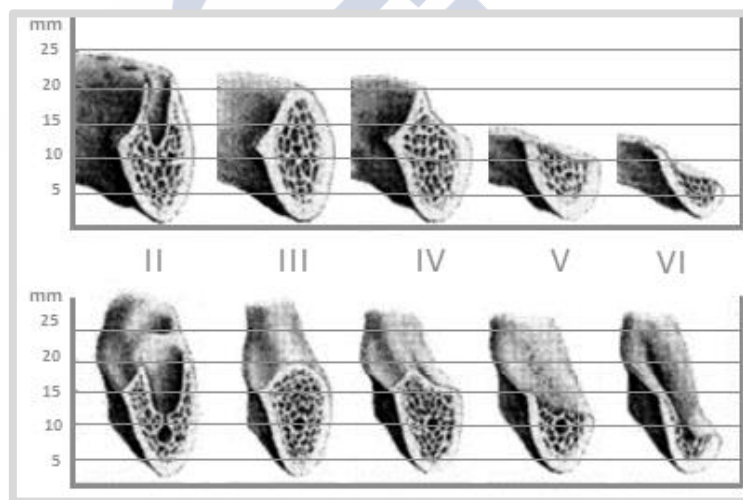


Figura 8. Clasificación de la reabsorción ósea mandibular según Cawood y Howell¹¹⁹. Pérdida ósea en las regiones anterior y posterior mandibulares.

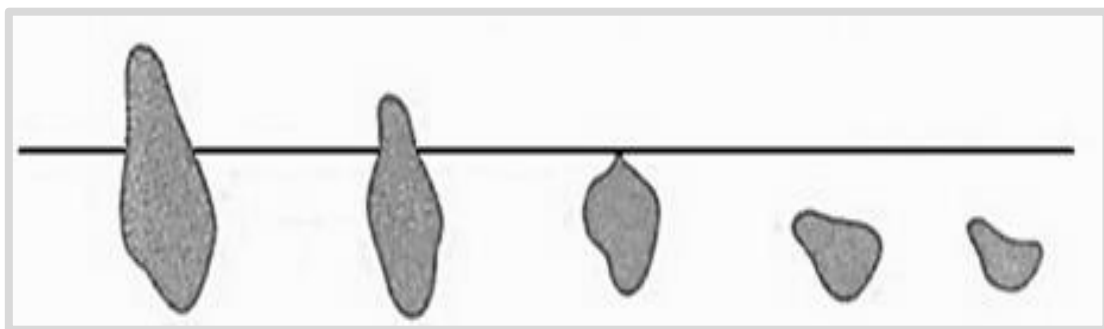


Figura 9. Clasificación de la reabsorción ósea mandibular según Cawood y Howell¹¹⁹ (línea de referencia delimitando el hueso alveolar y el hueso basal).

En 1985, Lekholm y Zarb¹²⁰ describen cuatro categorías de calidad ósea, basadas en la estructura ósea encontrada en la región anterior de los maxilares (Fig. 10):

- Tipo 1: está constituida por hueso compacto homogéneo.
- Tipo 2: presenta una gruesa capa de hueso compacto alrededor de un núcleo de hueso trabecular denso.
- Tipo 3: el hueso muestra una delgada capa cortical alrededor de un hueso denso trabecular de resistencia favorable.
- Tipo 4: presenta una delgada capa de hueso cortical, alrededor de un núcleo de hueso esponjoso de baja densidad.

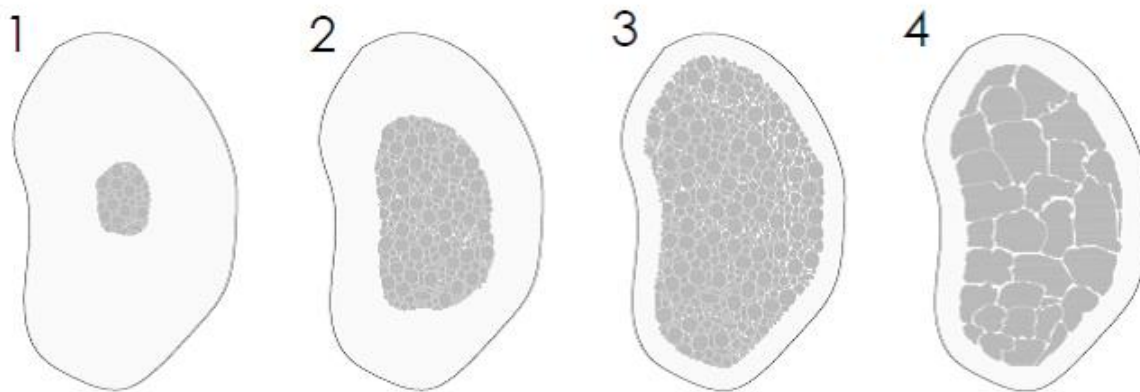


Figura 10. Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb¹²⁰.

La estructura cortical mandibular es analizada en 1993 por Klemetti y cols.¹²¹, los cuales proponen un Índice cortical mandibular (MCI), basándose en ortopantomografías. Se trata de una clasificación que valora el aspecto de la cortical mandibular inferior, distal al foramen mentoniano. Este índice consta de tres categorías, basadas en los siguientes criterios (Fig. 11):

- C1: el margen endoóseo de la corteza es uniforme y nítido en ambos lados.
- C2: el margen endoóseo muestra defectos semilunares (reabsorciones lacunares) o residuos corticales endoóseos (de una a tres capas) en uno o ambos lados.
- C3: la capa cortical presenta residuos corticales endoóseos grandes y es claramente porosa.

Esta clasificación ha sido usada en estudios sobre osteoporosis y densidad ósea^{122, 123}. Koh y Kim¹²⁴ han utilizado el MCI en CBCT para el análisis de la calidad ósea mandibular.

Taguchi y cols.¹²⁵ refieren que este índice es adecuado para determinar la necesidad de realizar densitometrías en las mujeres postmenopáusicas.

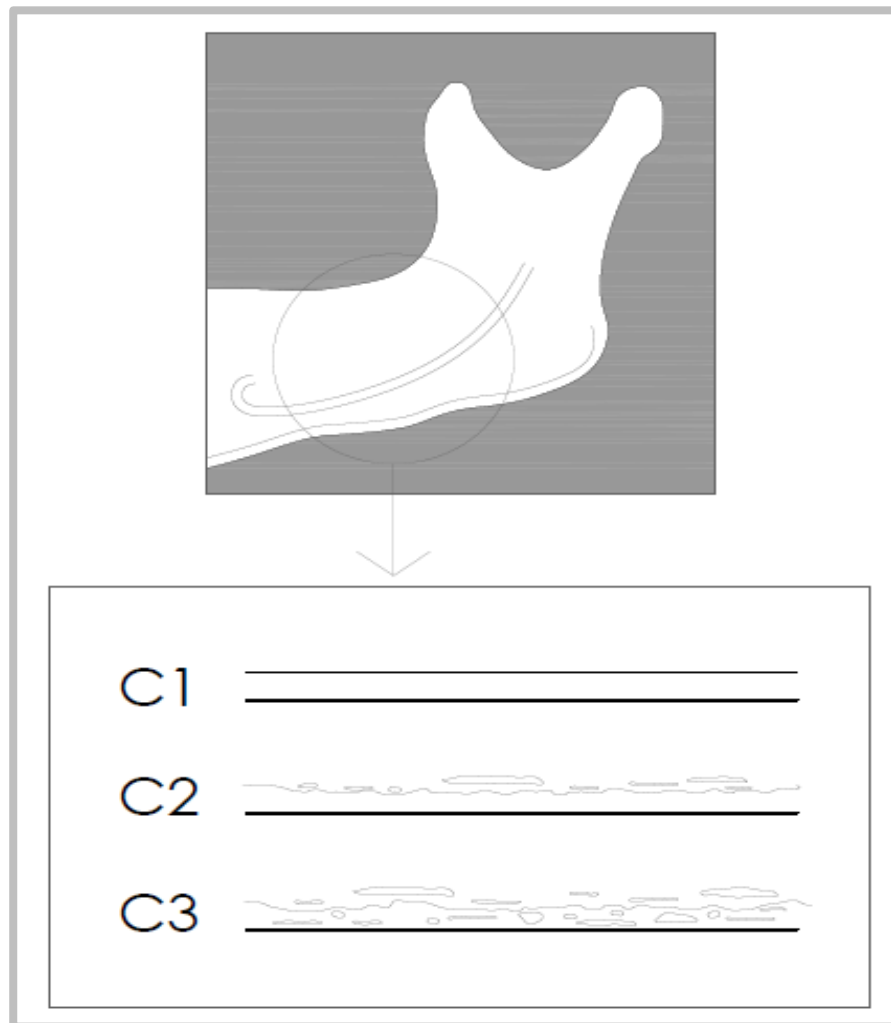


Figura 11. Índice Cortical Mandibular de Klemetti y cols.¹²¹

1.5 ORTOPANTOMOGRFÍA

La radiología oral es utilizada, por primera vez, unas semanas después del descubrimiento inicial de la radiación X y su capacidad de penetración en los tejidos humanos, realizado por W.C. Roetgen en 1985¹²⁶. A partir de ese momento, el uso de imágenes radiológicas es fundamental en el proceso de detección y extensión de enfermedades, la planificación del tratamiento, para controlar la progresión de la enfermedad y para evaluar la eficacia del tratamiento. Lógicamente, antes de cualquier examen radiológico es necesaria una historia clínica detallada del paciente y un examen clínico, ambos nos orientarán para seleccionar el tipo más adecuado de examen radiológico.

Las radiografías intraorales y las ortopantomografías son las técnicas de imagen básicas en odontología y con frecuencia son suficientes para la detección de la patología dental¹²⁷. La introducción de la ortopantomografía, también denominada radiografía panorámica, en la década de los 60, y la expansión de su uso en las décadas de los 70 y 80, supone importantes avances en radiología dental. Sydney Blackman, radiólogo en el Royal Dental Hospital (Londres), junto con Yrjo Paatero en Helsinki en 1949, son los principales responsables del desarrollo del “*Rotograph*”, que se comercializó como el primer panorámico dental. Esta máquina utilizaba un único centro de rotación y fue la primera en generar imágenes de los maxilares que iban de cóndilo a cóndilo. Más tarde el “*Rotograph*” fue sustituido en Europa cuando Paatero inició su colaboración con Siemens, el cual desarrolló tres centros de rotación y pasó a denominarse “*Ortopantomograph*”¹²⁸. Lo fundamental de esta técnica es el uso de un diafragma lineal, estrecho y largo en forma de ranura. Al girar el tubo y la película radiográfica alrededor de la cabeza del paciente, el haz de rayos solo impresiona la parte de la película que aparece en cada momento detrás de la hendidura correspondiente. Mediante esta técnica se dispone en una sola imagen de las estructuras completas de los maxilares y de las estructuras maxilofaciales. Su aplicación clínica ha crecido de forma exponencial, pasando de 0,7 millones de películas en 1981 a más de 2,04 millones en 1998 y 1999¹²⁹.

El examen mediante ortopantomografía ayuda de forma muy importante al diagnóstico de la patología oral. La ortopantomografía muestra ambos maxilares con sus respectivas denticiones, mediante un único y rápido procedimiento. Esta característica explica su amplio uso en estudios epidemiológicos y de *screening*¹³⁰. Además puede aportar información con fines científicos y también sirve como prueba legal¹³¹. No obstante, uno de los principales problemas de seguridad radiológica es asegurar que todas las exposiciones con radiación ionizante estén debidamente justificadas. Esto se consigue aplicando los criterios de selección correctamente, es decir valorando si el examen radiográfico está realmente indicado, y por otro lado aplicando los Programas de Garantía de Calidad, los cuales se dirigen a garantizar la producción de radiografías de alta calidad, evitando así la exposición repetida del paciente a la misma prueba radiológica¹³². El profesional responsable de aplicar estos criterios es el dentista. Un estudio realizado por Rusthon y cols.¹²⁹ demuestran que la mayor parte de los dentistas realizan las peticiones de las panorámicas dentales de forma indiscriminada. Los autores consideran que existen unos criterios que justifican esta prueba radiológica que son

los siguientes: cuando existe sospecha clínica de patología dental periapical, fracturas dentarias, evidencia clínica de dientes con lesiones de caries, edema, y sospecha clínica de dientes no erupcionados. De la misma manera, Martínez Beneyto y cols.¹³² detallan las siguientes consideraciones: lesión ósea o diente erupcionado de un tamaño o en una posición que impide que pueda verse con una radiografía intraoral, paciente con múltiples lesiones de caries y con patología periodontal observada clínicamente, examen de terceros molares previo a su extracción quirúrgica, como parte de una evaluación ortodóncica, y presencia de signos y síntomas clínicos específicos. De Senna y cols.¹³³ consideran que son diversas las situaciones en las que puede usarse la ortopantomografía: encuestas generales respecto a salud oral, previo a un procedimiento quirúrgico, evaluación ortodóncica al inicio o al final del tratamiento, información sobre el crecimiento facial infantil, revisión el *status* eruptivo de la dentición, evaluación de lesiones quísticas o neoplásicas, realización de mediciones en implantología, evaluación la articulación temporomandibular y detección de la presencia de cuerpos extraños.

Técnicamente, la radiografía panorámica se debe de realizar siguiendo las recomendaciones del fabricante. El paciente debe permanecer perfectamente posicionado mientras que el tubo de rayos X y el receptor de la imagen (película o sensor digital) giran en torno a la cabeza del paciente. La calidad del resultado final está relacionado con varios factores, entre ellos la posición del paciente durante la exposición y la exactitud de la posición del maxilar en el campo focal^{134, 135}. Los errores de posicionamiento del paciente durante la realización de ortopantomografías están producidos por una inclinación hacia arriba o abajo del mentón, una posición anteroposterior incorrecta del paciente, una posición baja del paciente, la lengua no posicionada hacia el paladar, los movimientos del paciente, la cabeza del paciente inclinada o rotada hacia un lado, alterando de diversas formas la calidad de la imagen (Tabla 2)¹³⁵. La forma de la arcada dentaria, la localización de los dientes, el uso y la posición de un bloque de mordida y las características del aparato son otros de los factores descritos como posibles causantes de distorsión en la imagen^{101, 136-138}. Las imágenes mediante generadas producen distorsiones en el tamaño que pueden ser considerables dependiendo de la zona anatómica.

Tabla 2. Tipos de errores y consecuencias derivadas de un posicionamiento incorrecto del paciente durante la realización de ortopantomografías.

TIPO DE ERROR DE POSICIONAMIENTO	ALTERACIONES CAUSADAS EN LA IMAGEN
Inclinación hacia arriba del mentón	Raíces de dientes superiores solapadas por la sombra radiopaca del paladar
Inclinación hacia abajo del mentón	Dientes superpuestos Dificultad en la visibilidad de la sínfisis mandibular Cóndilos mandibulares pueden aparecer fuera del borde superior de la imagen
Posición cercana al foco	Arcadas dentarias borrosas, acortadas y estrechas, especialmente en la zona anterior Superposición del área cercana a premolares y rama ascendente
Posición posterior al plano de enfoque	Arcadas borrosas y alargadas horizontalmente, especialmente en la zona anterior Los cóndilos aparecen en los extremos laterales de la ortopantomografía
Inclinación anterior de la cabeza	Plano oclusal excesivamente curvo Apices de los incisivos inferiores pueden aparecer fuera del foco Superposición del hueso hioides en la mandíbula anterior Posibilidad de ausencia de visión de las regiones superiores de los cóndilos (estrechamiento de la distancia intercondílea)
Inclinación posterior de la cabeza	Plano oclusal aplanado o con una curva inversa Ápices de los incisivos superiores pueden aparecer fuera del foco Suelo nasal proyectado sobre el ápice de los incisivos inferiores Cóndilos proyectados fuera de la imagen (aumento de la distancia intercondílea)
Rotación hacia la derecha o izquierda de la cabeza	Asimetría en la imagen (lado de la rotación se ve reducido) Superficies proximales superpuestas considerablemente Dientes con aspecto extendido en un lado de la línea media con superficies interproximales superpuestas. Dientes acortados en el lado opuesto Aumento del tamaño de la rama ascendente en una hemimandíbula y tamaño condilar alterado
Lengua no posicionada en el paladar	Presencia de una banda radiolúcida en el ápice de los dientes superiores Área incisal de las coronas oscurecida por el espacio de aire (boca abierta)
Movimientos del paciente	Áreas borrosas en la imagen y grandes defectos con aspecto de pisadas en el borde inferior mandibular, "imágenes fantasma"

Hay cuatro planos anatómicos que se utilizan para determinar correctamente la posición del paciente: el plano ala/ trago, el plano meato/ orbital (plano de Frankfort), el plano meato/ canino y el plano sagital medio. Para obtener una colocación precisa del paciente, es muy importante la presencia de dispositivos para el posicionamiento adecuado de la cabeza y el apoyo del mentón. El paciente debe de ser instruido para morder en la orquilla de mordida, cerrando los labios y colocando la lengua hacia el paladar¹³⁹.

Las principales ventajas de la ortopantomografía se resumen en que su campo incluye un amplio número de estructuras anatómicas, mediante una baja radiación y un equipo relativamente económico. Los principales inconvenientes son la baja resolución obtenida, una magnificación variable, una elevada distorsión y la presencia de sombras o imágenes fantasma¹⁴⁰. La ortopantomografía presenta un diagnóstico limitado debido a la geometría oblicua de la proyección, especialmente en la zona de premolares superiores. Las ortopantomografías

presentan una resolución aproximada de 5 pares de líneas (ciclos) por milímetro (pl/mm), lo que es suficiente para gran cantidad de propósitos, siendo inferior a la resolución presentada por las radiografías intraorales (20 pl/mm aprox.)¹²⁷.

La ortopantomografía digital es un método de imagen mediante rayos X, en el que los sensores digitales sustituyen a la película fotográfica tradicional. La ejecución de la radiografía digital es similar a la radiografía convencional. La generación de la imagen, sin embargo, es diferente, puesto que utiliza una placa de almacenamiento de la imagen de fósforo, en lugar de la película convencional. La placa de almacenamiento de la imagen recoge 4096 valores de grises, lo que puede ser distribuido visualmente en varios valores de grises. De esta forma, se puede inspeccionar un amplio rango de espesor en una sola imagen. Con la radiografía digital, estas imágenes pueden ser producidas usando una dosis de radiación considerablemente menor que la radiografía tradicional.

1.6 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO

Etimológicamente la palabra *tomografía* está formada por la unión de dos palabras griegas: *tomos* y *graphos*, que significan *partes* y *registro*, respectivamente. La tomografía consiste, entonces, en la obtención de imágenes del cuerpo en secciones o cortes, registra los objetos situados en un determinado plano y permite observarlos con poca o ninguna superposición de estructuras anatómicas¹⁴¹.

De forma general, las tomografías se pueden clasificar en: tomografías convencionales lineales o planigrafías y tomografías computarizadas, a su vez estas últimas pueden ser subdivididas en tomografía tradicional de haz helicoidal (*fan beam computed tomography*) y tomografía computarizada de haz cónico o tomografía computarizada volumétrica de haz cónico (*cone beam computed tomography: CBCT*)¹⁴². Las primeras aplicaciones clínicas de la tomografía computarizada (TC) médica en el campo de la medicina datan de 1971, introducidas por Sir Godfrey Hounsfield el cual desarrolla la primera técnica de captura 3D en 1967, basándose en los trabajos matemáticos de Cormack. Estos trabajos pioneros de Cormack y Hounsfield fueron reconocidos con el premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1979¹⁴³. El desarrollo por Kalender y cols.¹⁴⁴ en 1989 de la tomografía helicoidal, y la introducción de detectores multicorte en 1998, aceleraron las técnicas de TC y permitieron una mayor habilidad para adquirir datos.

Un TC volumétrico precursor de la CBCT, denominado reconstructor espacial dinámico, fue desarrollado a finales de la década de los 70, por la Unidad de Investigación Biodinámica de la Clínica Mayo (Rochester, MN, USA)¹⁴⁵. El CBCT se desarrolló en la década de los 90 para su aplicación en angiografía debido a su capacidad de resolución espacial y temporal¹⁴⁶, así como para su uso en radioterapia¹⁴⁷.

La CBCT para su uso en la región dentomaxilofacial ha sido desarrollada por Mozzo y cols.¹⁴⁸ con el desarrollo del NewTom-9000 (Quantitative Radiology, Verona, Italia) en el año 1998, fruto de la búsqueda por obtener una reducción de la dosis de radiación, lograr una elevada resolución espacial y reducir los costes económicos de la TC tradicional¹⁴⁹. Mientras Arai y cols.¹⁵⁰ en 1999 se encargaban de su desarrollo en Japón. Los CBCTs han estado disponibles comercialmente para la región craneofacial en Europa desde 1999 y más recientemente en 2001, en Estados Unidos¹⁵¹. Otras denominaciones que recibe son la de tomografía digital volumétrica (*digital volumetric tomography*: DVT), tomografía computarizada de haz volumétrico, tomografía volumétrica dental y tomografía computarizada dental¹⁵².

La CBCT fue desarrollada como una alternativa a la TC convencional. La CBCT revolucionó la imagen del complejo craneofacial, aportando mucha más información que la imagen convencional intraoral y panorámica. La CBCT presenta una radiación muy inferior al TC, siendo posibles con algunos aparatos seleccionar únicamente la zona anatómica de estudio, de esta forma se obtienen zonas anatómicas segmentadas, con lo cual la radiación es todavía mucho menor. Otras ventajas de realizar CBCTs segmentados respecto a CBCTs completos, es que la adquisición de datos es mucho más rápida, se generan menos artefactos por el movimiento de los pacientes y el coste económico es menor. Aunque son muchas las ventajas de la CBCT, también presenta algunas desventajas frente al TC, como que incluye menos detalles de los tejidos blandos, que la radiación dispersa es mayor, así como los artefactos producidos por reconstrucciones dentales^{148, 150, 153}.

1.6.1 Funcionamiento de la tomografía computarizada de haz cónico

Los cuatro componentes de producción de imágenes CBCTs son: configuración de la adquisición de la imagen, detección de la imagen, reconstrucción de la imagen, y visualización. En la adquisición de la información para la reconstrucción de la imagen se emplea un haz de rayos estrecho, colimado, pulsátil, en forma de cono, que necesita apenas una sola rotación entre 180° y 360° del tubo de rayos alrededor de la zona de interés. Son

adquiridas una o dos imágenes en cada grado de giro, en lugar de múltiples rotaciones como la TC médica convencional o helicoidal¹⁵⁴. Un detector se mueve sincrónicamente al escaneado alrededor de un punto de fulcro fijo en la cabeza del paciente. El conjunto de emisor-receptor se conoce con el nombre en inglés de *gantry*. Siendo su traducción al castellano el de arcada o pórtico, aunque persiste el uso del anglicismo.

El tiempo de escaneado puede oscilar entre 10 y 70 segundos, lo cual implica una vuelta completa del sistema. No obstante el tiempo efectivo de exposición es menor, variando entre 3 y 6 segundos¹⁵⁵. Este sistema de emisión de la radiación pulsátil permite reducir la dosis efectiva absorbida por los pacientes y el tiempo de exposición, a diferencia de la TC tradicional, que presenta una exposición alta de radiación¹⁴⁹. Sin embargo, existen algunos escáneres que presentan una radiación continua en lugar de una radiación pulsátil¹⁵⁶.

El volumen del área escaneada, denominado también campo de visión, del inglés *field of view* (FOV), presenta un formato tipo cilíndrico y es de tamaño variable (Fig. 12). En función de la altura del barrido seleccionado podemos diferenciar cinco tipos de exploración: pequeño campo o campo limitado (≤ 5 cm), similar a una radiografía periapical (ej, dentoalveolar, temporomandibular); solo una arcada (entre 5 y 7 cm, maxilar o mandíbula); interarcada (entre 7 y 10 cm); maxilofacial (entre 10 y 15 cm, mandíbula hasta el nasion); y craneofacial (>15 cm, desde el borde inferior de la mandíbula hasta el vertex de la cabeza)¹⁵⁷.

Las dimensiones de la FOV o el volumen de exploración capaz de ser cubierto dependen principalmente del tamaño del detector y la forma, la geometría de proyección del haz y la capacidad de colimar el haz¹⁵⁶. En líneas generales, a mayor FOV, más extensa es la imagen del área anatómica representada, mayor es la exposición de radiación al paciente y menor es la resolución de las imágenes resultantes. A la inversa, un sistema limitado de FOV genera una imagen de una pequeña parte de la cara, irradia menos y produce una imagen de mayor resolución^{156, 158}.



Figura 12. Representación de diferentes campos de visión de la tomografía computarizada de haz cónico.

El volumen total del área escaneada en la CBCT, a diferencia de la radiografía convencional digitalizada, no se compone de píxeles, sino que se compone de voxels (*volumetric pixels*), que al contrario de los píxeles presentan tres dimensiones. Por lo tanto, un vóxel es un elemento de volumen. Así, los voxels son cubos que se disponen unos al lado de otros y presentan unas características de calidad, forma y tamaño. Cada vóxel (formado por píxeles de lados iguales y dimensiones conocidas) representa un valor de radiación atenuada (brillo, escala de grises) en función de la densidad de la estructura anatómica deseada. Cada vóxel tiene asociado un número de niveles de información “n” (número de bits, generalmente de 12 a 16) que están cuantificados de manera binaria (2^n). Si se trabaja a 12, es decir 2 elevado a la 12 potencia existirían entre 4096 tonos de grises. En el caso de que se trabaje a 16 bits, 2 elevado a 16 potencia, el número de tonos de grises será 65536.

En TC los píxeles son monoisotrópicos, lo que significa que solo dos lados son iguales pero el tercero (plano Z) es de una altura que varía entre 0,33; 0,5 y 1mm^{149, 159}, o incluso más. Dicho de otro modo, en TC los voxels son anisotrópicos (no idénticos en todos los planos), la altura del vóxel depende del grosor del haz de TC (grosor del corte, aproximadamente 1 mm)¹⁴⁹. Esto limita la precisión de imágenes reconstruidas de TC en determinados planos (por ejemplo, en el sagital) puesto que depende de la distancia entre dichos cortes programada en la adquisición. En contraposición al TC, en la CBCT el vóxel es isométrico, es decir presenta una altura, anchura y profundidad con las mismas dimensiones. Esta naturaleza isotrópica de adquisición y reconstrucción de los sistemas CBCTs quiere decir que no depende de la elección de los ejes. No importa para que lado se esté analizando cierta propiedad o magnitud física, siempre va a medir lo mismo.

Debido a esta naturaleza de la CBCT, los errores de malposición del paciente durante el escaneado pueden ser corregidos y ajustados posteriormente, de manera interactiva, sin que existan problemas de distorsión¹⁶⁰.

Cada vóxel presenta unas dimensiones ínfimas, submilimétricas, que oscilan entre menos de 0,076 μm y 0,4 mm¹⁵⁶, lo cual explica la muy buena resolución que presenta la imagen de la CBCT. Debido a esto, los estudios realizados con el objetivo de establecer la validez cuantitativa y cualitativa para el análisis de estructuras anatómicas, mostraron una alta precisión de la imagen, así como una buena nitidez^{155, 161}, permitiendo unas mediciones geométricamente precisas para los datos de CBCT en cualquier plano^{151, 162}.

Algunas necesidades clínicas, como en el diagnóstico endodóntico, requieren la selección de un tamaño de vóxel muy pequeño (entre 0,076 y 0,125 mm). No obstante, aunque el tamaño del vóxel es importante, no es el único parámetro que afecta a la calidad de la imagen. Pauwels y cols.¹⁶³, en su estudio sobre un prototipo de metacrilato, afirman que el tamaño del vóxel solamente proporciona una predicción aproximada de la precisión espacial. Otros factores que influyen en la calidad de la imagen son el tipo de detector, una posición estable de la cabeza mediante tres puntos y los parámetros de exposición (mayor miliamperaje, mayor cantidad de fotones disponibles para el detector, es decir, una mayor dosis de radiación efectiva)¹⁴⁹.

Durante el escaneado, se realizan exposiciones individuales con un intervalo de grados determinado, generando imágenes de proyección individuales bidimensionales, que son conocidas como imágenes base (*raw data*). Estas imágenes son similares a las imágenes cefalométricas laterales o posteroanteriores. La serie completa de imágenes se conoce como “datos de proyección”. El número de imágenes obtenidas que componen los datos está determinado por la velocidad de fotogramas (el número de imágenes que se captan por segundo), por la amplitud o trayectoria del arco y por la velocidad de rotación. Este número de proyecciones que se obtiene durante un escaneado puede ser fijo o variable, dependiendo de cada aparato. Una mayor cantidad de datos supone mayor información para la reconstrucción de imágenes, una mayor resolución espacial y contraste, un aumento de la relación señal-ruido (menor cantidad de ruido), produciendo imágenes 'suaves', y reduciendo los artefactos metálicos. Sin embargo, más datos de proyección, requieren por lo general mayores tiempos de escaneado, mayor dosis de radiación y un mayor tiempo de reconstrucción primaria.

El sistema de detección que se emplea para convertir la radiación de los rayos X en una señal de imagen puede ser de varios tipos:

-Un sensor que consiste en un intensificador de imagen o II (*image intensifier*), generalmente una pantalla (fotocátodo de fósforo), conectado ya sea a un dispositivo de acoplamiento de carga (CCD) o a un semiconductor complementario de óxido metálico. Consiste en una matriz o mosaico de pequeñas células fotoeléctricas individuales que captan señales visuales y las convierten en electrones. Cuanto menor es el tamaño y mayor es el número de células fotoeléctricas, se obtiene mayor información. El II es un tipo de tecnología antigua de gran tamaño y voluminoso, cuya principal desventaja es la distorsión en zonas periféricas. La imagen presenta un

patrón como una esfera y por lo tanto, las regiones situadas en las esquinas de la imagen no se ven correctamente^{149, 164}. Estas distorsiones geométricas pueden potencialmente reducir la exactitud de la CBCT mediante esta configuración de II/CCD, además de generar mayor cantidad de artefactos.

-Un detector de panel plano digital o FPD (*flat panel display*), generalmente se trata de una pantalla formada por láminas de un material centellador o fluorescente, que suele ser yoduro de cesio (CsI), un fotosensor (*matriz de fotodiodos*), y un transistor de película plano (*thin film transistor*), que se compone de una matriz de silicio amorfo hidrogenado (aSi: H)^{149, 156, 164}. Los FPD permiten la conversión directa de la energía de los rayos X en una señal eléctrica con alta resolución espacial.

Los rayos X captados son convertidos en luz por la pantalla centelleadora y transmitidos directamente a la matriz de fotodiodos donde se almacena la carga eléctrica que forma la intensidad de la señal. Los transistores de película delgada, fabricados de una matriz de aSi:H, transmiten una señal proporcional a la intensidad de la carga almacenada en la matriz de fotodiodos, que es a su vez proporcional a los fotones incidentes sobre la capa centelleadora.

Los FPD son los receptores de imagen más recientes para matrices de gran superficie de estado sólido. Estos detectores son caros pero su configuración es menos complicada y ofrecen algunas ventajas con respecto a los antiguos sistemas II, como una menor distorsión en la periferia, un mayor rango dinámico (capacidad para capturar y generar una escala de contrastes de mayor amplitud), eliminan el velo luminoso (difusión o dispersión de la luz lateral, por el cristal de la pantalla del tubo de rayos catódicos), presentan menor ruido, ofrecen una lectura digital más rápida^{149, 165, 166}, presentan una mayor resolución espacial en comparación con los sistemas de detección mediante II y un mayor rendimiento¹⁶⁷. Debido a que los FPD tienen una mayor sensibilidad a los rayos X que los sistemas II, tienen el potencial de reducir la dosis del paciente¹⁶⁸. Sin embargo, Scarfe y Farman¹⁵⁶ afirman que estos detectores requieren una exposición a la radiación ligeramente mayor.

1.6.1.1 Procesamiento e interpretación de los datos

Una vez finalizado el escaneado, la secuencia de imágenes base (*raw data*) que se ha adquirido debe ser procesada para crear el conjunto de datos volumétricos 3D. Este proceso se

llama reconstrucción. Para la reconstrucción se utiliza un *software* específico con un sofisticado programa de algoritmos, que puede ser instalado en un ordenador acoplado a un tomógrafo. El algoritmo de reconstrucción más conocido y frecuentemente usado para generar imágenes volumétricas mediante CBCT es el algoritmo de Feldkamp y cols.¹⁶⁹. El algoritmo de Feldkamp es el primer algoritmo adquirido de una fuente con una trayectoria circular y suponiendo un detector plano.

Este algoritmo es esencialmente una adaptación, mediante la incorporación de factores de corrección de la longitud de los rayos, del método de retroproyección filtrada utilizado para reconstrucciones en 3D a partir de las proyecciones 2D obtenidas del haz en abanico¹⁷⁰. Por lo tanto, los dos componentes fundamentales del algoritmo son la retroproyección y el filtrado. El proceso de filtrado precisa de la aplicación de un filtro matemático al conjunto de datos de proyección recogidos, antes de que sean retroproyectados. El filtrado mejora la falta de nitidez inherente al proceso de retroproyección. Los algoritmos más recientes han sido adaptados a modelos de CBCT que realizan trayectorias con segmentos de arco menores de 360°¹⁷¹. Variantes de este algoritmo son utilizadas con diversos fines, para haces con una mayor angulación, para la reducción de artefactos¹⁵⁶.

Tanto la TC como la CBCT son registros dinámicos, es decir, con un escaneo se pueden reproducir distintas imágenes desde el conjunto de datos originales¹⁶⁰. Es importante señalar que la CBCT permite reconstruir la imagen en programas que están instalados en ordenadores convencionales, a diferencia de lo que ocurre con la TC tradicional, la cual necesita de una estación de trabajo “*workstation*”, a pesar de que ambas son almacenadas en DICOM (*Digital imaging and communication in Medicine*)¹⁴⁸. Esto permite al profesional ver las imágenes en su ordenador personal, capturarlas y almacenarlas o imprimirlas, según considere. Estos programas permiten la reconstrucción multiplanar del volumen escaneado. Aunque los cortes axiales son las reconstrucciones primarias o directas, a partir de estos cortes se obtienen las reconstrucciones secundarias ortogonales, es decir, las reconstrucciones coronales, sagitales, así como la reconstrucción en 3D. También nos permite ver de forma dimensional imágenes similares a las radiografías panorámicas y a las telerradiografías. El software permite trabajar sobre estas imágenes y realizar medidas digitales lineales y angulares, así como marcar en color estructuras vitales, que no se pueden dañar, como el conducto dentario inferior.

El tiempo de reconstrucción es variable, dependiendo de los parámetros de adquisición (tamaño de vóxel, FOV, el número de proyecciones, resolución), del *hardware* (velocidad de

procesamiento, transferencia de los datos desde la adquisición hasta la estación de trabajo del ordenador), y del *software* (algoritmos de reconstrucción) utilizado. La reconstrucción debe llevarse a cabo en un tiempo aceptable (menos de 3 minutos para las exploraciones de resolución estándar) para complementar el flujo de pacientes¹⁵⁶.

1.6.2 Dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva

La dosis absorbida es la cantidad de energía depositada por la radiación por unidad de masa de tejido. La unidad de dosis absorbida es el Gray (1Gy = 1 J/Kg, 1 julio de energía depositada en 1 kilogramo de tejido). La dosis equivalente y la dosis efectiva son las magnitudes de protección radiológica. Estas especifican los límites de exposición para asegurar que no se producen reacciones en los tejidos y la aparición de efectos estocásticos.

La dosis equivalente es utilizada para comparar los efectos de diferentes tipos de radiación sobre los órganos o tejidos. Las mismas dosis absorbidas procedentes de diferentes tipos de radiaciones no producen el mismo daño biológico. La dosis equivalente es la dosis absorbida ajustada para las características de atenuación específicas de cada tipo de radiación. La calidad de la atenuación de la radiación tiene un impacto significativo en la inducción de cáncer y efectos genéticos. La unidad de dosis equivalente es el Sievert (Sv). Es la dosis absorbida multiplicada por un factor de ponderación de la radiación para la naturaleza de la radiación incidente (w_r), que en el caso de los rayos X es 1.

$$H_t = w_r \sum f_i D_{t,i}$$

La dosis efectiva es utilizada para estimar los efectos de las radiaciones ionizantes sobre la población. El Sv es la unidad de dosis efectiva, definida por la *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) en 1977¹⁷². La dosis efectiva evalúa las exposiciones a diferentes tipos de radiación y en diferentes áreas del cuerpo. Es calculada mediante la multiplicación de la dosis absorbida por un órgano o tejido (dosis equivalente) por un factor de ponderación del riesgo relacionado con la sensibilidad de un determinado órgano (w_t). La dosis efectiva representa la dosis total del cuerpo que constituiría el mismo riesgo resultante de resumir los efectos perjudiciales para la salud, con la exposición recibida por una persona determinada. Su valor se obtiene por la siguiente expresión:

$$E = \sum (w_t \times H_t) = \sum w_t \times w_r \sum f_i D_{t,i}$$

La ICRP ha cambiado el cálculo de la dosis efectiva en varias ocasiones. El cambio más reciente se produjo en 2007, siendo de especial importancia debido a que se modificaron los factores de ponderación de varios tejidos localizados en la región maxilofacial o sus proximidades y se incluyeron para el cálculo de esta dosis efectiva nuevos tejidos de esta región (ICRP 103)¹⁷³.

El análisis en vivo de la dosis absorbida por un órgano o tejido no es práctico ni ético. El método de registro de la dosis efectiva con mayor eficacia y más utilizado es la Termoluminiscencia, que consiste en medir la dosis de los órganos mediante dosímetros termoluminiscentes y modelos físicos de cabezas humanas.

La dosis efectiva se ha desarrollado para su uso en protección radiológica, y no debería ser aplicada para la estimación del riesgo individual de cada paciente por diversas razones. La dosis efectiva representa el riesgo de un paciente con características estándar, incluyendo la edad, el género y la sensibilidad genética a la radiación. A pesar de esto, la dosis efectiva es un registro útil para comparar técnicas de imagen y protocolos de adquisición y evaluar cuales presentan un mayor o menor riesgo para la salud.

La dosis efectiva de radiación de distintas técnicas convencionales de imagen, de la región oral, han sido analizadas por varios autores según los protocolos de la ICRP de 2007 (ICRP 103)¹⁷⁴⁻¹⁷⁶ (Tabla 3). Algunos autores describen que, de forma general, la dosis de radiación en ortopantomografías equivale aproximadamente a 1,4 y 3 días de radiación de fondo adicional^{130, 177}.

En comparación con otros métodos radiográficos convencionales las dosis de la CBCT son superiores, como se aprecia en el informe de la ICRP de 2007¹⁷³. Shin y cols.¹⁷⁸ describen que la dosis efectiva de dos sistemas de CBCT es entre 21 y 67 veces superior que un sistema de ortopantomografía. Según los datos obtenidos por la Comisión Europea Sedentext en 2011, el paciente puede recibir una dosis entre 11 y 674 μSv cuando se utiliza un campo dentoalveolar, y entre 30 y 1073 μSv en un campo craneofacial¹⁷⁹. Un metaanálisis publicado por Ludlow y cols.¹⁸⁰ en 2015 analiza los estudios que describen la dosis efectiva de diferentes sistemas CBCTs utilizando el protocolo establecido por la ICRP en 2007. La dosis efectiva media para un adulto para protocolos estándar de exposición según el FOV es de 212 μSv (FOV grande), 177 μSv (medio) y 84 μSv (pequeño). Es necesario señalar que es complicado generalizar las dosis efectivas de los sistemas de CBCT debido al amplio rango de las variaciones de los parámetros de exposición y el tamaño de la zona explorada (Tabla 4).

Tabla 3. Dosis efectivas en técnicas radiológicas convencionales analizadas mediante los factores de ponderación de tejidos, revisados por la *International Commission on Radiological Protection* en 2007 (IRCP 103)¹⁷³.

TÉCNICA DE IMAGEN	DOSIS EFECTIVA (μSv)
RADIOGRAFÍAS INTRAORALES	
<i>Ludlow y cols.</i> ¹⁷⁶	
Serie periapical completa con placa de fósforo fotoestimulable (PSP) o sensibilidad F ^a con colimado rectangular	34,9
Cuatro radiografías posteriores de aleta de mordida con PSP o sensibilidad F con colimado rectangular	5,0
Serie periapical completa con PSP ^b o sensibilidad F con colimado circular	170,7
Serie periapical con sensibilidad D ^c con colimado circular	388,0
RADIOGRAFÍAS PANORÁMICAS	
<i>Gijbels y cols.</i> ¹⁸¹ (*adaptado por <i>Loubele y cols.</i> ¹⁷⁵ a IRCP 103)	
Cranex Tome (Soredex Co., Tuusula, Finlandia)	5*
Cranex Excel (Soredex Co., Tuusula, Finlandia)	7*
Veraviewepocs 3D (J Morita MFG Corp., Kyoto, Japón)	3*
EC Proline (Planmeca, Helsinki, Finlandia)	8*
Orthoralix 9200 DDE mediante CCD ^d (Gendex Dental Systems, Pensilvania, EE.UU)	3*
<i>Grunheid y cols.</i> ¹⁷⁴	
OP100/OC100 mediante CCD (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finlandia)	21,5
<i>Davids y cols.</i> ¹⁸²	
OP100/OC100 mediante CCD programa adquisición pediátrica y haz colimado	7,7
<i>Ludlow y cols.</i> ¹⁷⁶	
Orthophos XG (Sirona Group, Bensheim, Alemania) mediante CCD	14,2
ProMax (Planmeca, Helsinki, Finlandia) mediante CCD	24,3
<i>Lee y cols.</i> ¹⁸³	
ProMax mediante CCD	37,8
Proline XC mediante FPD directo	27,6
OP100 mediante FPD indirecto	8,9
Proline XC mediante FPD indirecto	15,9
<i>Al-Okshi y cols.</i> ¹⁸⁴	
Veraviewepocs 3D mediante FPD	11
ProMax 3D mediante CCD	8
ProMax mediante PSP	14
CEFALOMETRÍAS	
<i>Ludlow y cols.</i> ¹⁷⁶	
Posteroanterior con PSP	5,1
Lateral con PSP	5,6
<i>Grunheid y cols.</i> ¹⁷⁴	
OP100/OC100 mediante CCD	4,5

^{a,c} Sensibilidad o rapidez de la película. Existen películas del tipo ISO A hasta ISO F, presentando una sensibilidad creciente en dicho orden. Una mayor sensibilidad permite reducir la dosis. La dosis en películas clase F es un 20% menor que las películas tipo F y un 50% menor que las películas clase D.

^b Placa de fósforo fotoestimulable o PSP (*photostimulable phosphor plate*)

^d Dispositivo de carga acoplada o CCD (*charged coupled device*)

Tabla 4. Dosis efectivas de las unidades de tomografía computarizada de haz cónico analizadas usando factores de ponderación de tejidos, revisados por la *International Commission on Radiological Protection* en 2007 (IRCP 103)¹⁷³ (datos obtenidos de Ludlow y cols.¹⁸⁰)

CLASIFICACIÓN DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO	TAMAÑO DEL FOV (cm)	Kp	mAs	DOSIS EFECTIVA (μSv)
Unidades craneofaciales o de gran FOV ^a (FOV > 15cm)	16x16 - 19x20 <i>Protocolo estándar</i>	80 - 120	8,1 - 145	46 - 1073 212*
Unidades maxilofaciales o de medio FOV (FOV 10 - 15cm)	10x10 - 15x15 <i>Protocolo estándar</i>	80 - 120	6,2 - 154	9 - 560 177*
Unidades de pequeño FOV (FOV < 10cm)	4x4 - 10x10 <i>Protocolo estándar</i>	68 - 120	6 - 192	4 - 652 84*
<i>Imágenes maxilares</i>	<i>Protocolo estándar</i>			4 - 240 53*
<i>Imágenes mandibulares</i>				5 - 652 102*
<i>Imágenes art. temporomandibular</i>				10 - 279
campo interarcada (FOV 7 - 10 cm)	5x10 - 10x10	70 - 120	6 - 192	4 - 652
campo una arcada (FOV 5 - 7 cm)	5x5,5 - 6x8	84 - 110	11,7 - 192	11,7 - 154
campo limitado (FOV ≤ 5 cm)	4x4 - 5x5	68 - 120	11,7 - 153	5 - 127

*Valores medios de dosis efectiva (μSv) obtenidos mediante los protocolos de exposición estándar establecidos para cada unidad de CBCT.

^a Campo de visión o FOV (*field of view*).

En términos generales, en CBCT, la dosis de radiación efectiva varía de manera considerable, dependiendo del FOV, de los parámetros de adquisición y del aparato CBCT utilizado. La dosis aumenta proporcionalmente con un aumento de la tensión (kVp), la corriente del tubo (mA) y el tiempo de exposición, y puede disminuir si el tamaño del FOV disminuye, manteniendo el resto de los parámetros constantes¹⁸⁵. Las dosis en un mismo FOV pueden multiplicarse por 15 en función de los parámetros de exposición utilizados¹⁸⁶.

La dosis efectiva puede verse modificada mediante el filtrado del haz con el ajuste del kilovoltaje. Ludlow y cols.¹⁸⁷ describen que mediante el filtrado es posible conseguir una reducción de la dosis del 43 %, al disminuir el número de fotones de baja energía, los cuales solo contribuyen ligeramente a la información. Según el aparato utilizado, los CBCTs de haz de rayos pulsátil producen menor dosis en comparación con los sistemas CBCTs de haz continuo. Los receptores no registran durante un breve período en el que realizan la integración y transmisión de los datos. Así, mediante los CBCTs de haz pulsátil se puede

evitar la radiación innecesaria producida durante los momentos en los que el receptor no adquiere información, sin afectar a la información recibida¹⁸⁷.

Existen factores anatómicos que provocan variaciones en la dosis efectiva. Así, en pequeños FOVs, la inclusión de la mandíbula provoca una mayor exposición de la glándula tiroides y las glándulas salivares, en comparación con las exploraciones maxilares del mismo FOV. La forma del FOV también influye en la dosis de los tejidos circundantes. Una forma esférica, utilizada por los sistemas de CBCT con II, tienden a aumentar la exposición del cerebro y la glándula tiroides. Un cilindro, usado por las unidades de CBCT basados en FPDs, permiten incluir los cóndilos y la barbilla sin necesidad de aumentar la altura del FOV¹⁸⁷.

Debido a la variación y amplio rango de protocolos, resulta complicado hacer una generalización de la dosis ante el uso de la CBCT¹⁸⁰.

Una de las mayores ventajas de la CBCT frente al TC convencional es la dosis de exposición menor, debido a las diferencias en el método de adquisición de las imágenes y a empleo de parámetros de exposición mucho menores (kV y mA). Por otro lado, en las técnicas de TC con haz helicoidal solo unas pocas milésimas (de promedio) del haz emitido es empleado en la producción de imágenes. En el caso de las reconstrucciones volumétricas, es necesario producir “n”-veces los fotones usados mediante CBCT (siendo n el número de cortes-giros necesarios en la TC helicoidal para cubrir el volumen de interés)¹⁴⁸. Así, las dosis efectivas de los CBCTs son considerablemente menores que un TC médico^{185, 188, 189}.

La radiación efectiva de la CBCT equivaldría a un 20% de la TC convencional, siendo aproximadamente de 3-15 veces la dosis de una ortopantomografía y en algunos casos equivalente a la dosis de una serie periapical completa^{151, 161, 190}. Considerando los nuevos protocolos ICRP 103, Ludlow y cols.¹⁹¹ describen que la dosis efectiva de la TC multicorte, mediante un protocolo de escaneado dental estándar, es 1,5 a 12,3 veces mayor a un sistema comparable de CBCT con un FOV medio. Loubele y cols.¹⁷⁵ determinan una relación superior a 90, entre las dosis efectivas de la CBCT y la TC multicorte.

La dosis de radiación es un parámetro relacionado con la seguridad del paciente, pero está también relacionado con la calidad de la imagen. Una menor dosis es buena para el paciente, sin embargo presenta ciertas desventajas tales como un mayor ruido, un menor rango dinámico, peor resolución de contraste y una menor calidad de la imagen¹⁷⁵.

Los protocolos de exposición están adaptados para generar una calidad de imagen óptima, al tiempo que ofrecen una dosis justificable para el paciente. Si el escáner es de volumen

limitado la dosis efectiva es menor, puesto que la zona irradiada también es menor. Cuanto mayor es el campo de visión mayor es el área anatómica que representa, con lo cual mayor es la exposición de radiación al paciente y menor es la resolución de las imágenes resultantes. A la inversa, un sistema más limitado de campo de visión da una imagen resultante más pequeña, la exposición del paciente es menor y la resolución de la imagen es mayor.

Las imágenes que presentan una mayor resolución y una mayor relación señal ruido implican el uso de protocolos de exposición que generan una mayor dosis. Sin embargo, someter a pacientes a una mayor dosis para la obtención de imágenes de elevada calidad, sin justificación diagnóstica, no es aceptable¹⁸⁰. Así, se ha introducido una modificación del concepto *as low as reasonably achievable*. Surge el concepto ALADA que hace referencia a *as low as diagnostically achievable*¹⁹². El término hace referencia a la necesidad de determinar los parámetros de exposición ideales para optimizar la calidad de la imagen con una baja dosis de radiación, según lo propuesto por Vandenberghe y cols.¹⁹³.

1.6.3 Calidad de la imagen

Los métodos para el análisis de la calidad de imagen pueden dividirse en 4 grupos: registros psicofisiológicos, evaluación de los resultados del observador, evaluación de la precisión del diagnóstico y por último, registros físicos. Los registros psicofisiológicos se ocupan de la respuesta del observador a estímulos visuales. En la evaluación de los resultados del observador se describe la capacidad de un observador para detectar características relevantes en imágenes sobre fantasmas o pacientes. En la evaluación de la precisión del diagnóstico se evalúa el diagnóstico en pacientes reales. Los registros físicos se utilizan para evaluar las propiedades de la imagen, así como las características dosimétricas del procedimiento radiográfico¹⁹⁴.

Varios parámetros pueden afectar a la calidad de la imagen, son de particular interés el ruido cuántico, la resolución espacial, la resolución de contraste, y la eficacia de detección cuántica (DQE). El ruido es, a su vez, un determinante principal de la resolución de contraste, y en menor medida, de la resolución espacial, que, junto con los artefactos, constituyen los determinantes observables importantes en la calidad de la imagen. La DQE hace referencia a la eficiencia o capacidad de un detector de convertir la energía de los rayos X incidentes en una señal en forma de imagen. Se define como la capacidad del equipo para preservar a la salida, la razón señal-ruido (SNR) que hay a la entrada. Es calculada mediante la fórmula

$(\text{SNR}_{\text{out}})^2 / (\text{SNR}_{\text{imp}})^2$, siendo SNR_{imp} , la razón señal-ruido incidente en el detector y SNR_{out} , la razón señal-ruido de salida, que generará la imagen. La DQE depende de los parámetros de exposición (miliamperaje y voltaje), de la función de transferencia de modulación (MTF) y del material del detector.

La DQE es, por lo tanto, directamente proporcional a la MTF del detector; y puesto que un sistema de imagen también recibe señal en forma de ruido, la DQE es inversamente proporcional a la SNR. Por lo tanto, la DQE analiza o mide la SNR y la MTF en varias frecuencias espaciales.

Elevadas DQEs indican que es necesaria una menor radiación para alcanzar imágenes con la misma calidad, así un aumento de la DQE manteniendo constante los parámetros de exposición de radiación genera imágenes de mayor calidad. El detector ideal presentará una DQE de 1 (DQE 100% en todas las frecuencias espaciales), esto significa que toda la radiación absorbida será convertida en información en forma de imagen. Generalmente un sistema pierde eficacia ante frecuencias espaciales elevadas, alcanzando valores entre el 40% y el 50% (DQE 0,45) ante bajas frecuencias espaciales.

La resolución espacial de un sistema de imagen se define como la separación más pequeña en la que dos objetos se pueden distinguir como unidades separadas¹⁹⁵. Para un CBCT la resolución espacial se describe por la MTF, que representa la relación entre la amplitud de frecuencia espacial en la salida del sistema de formación de imágenes y la amplitud de la misma frecuencia espacial en la entrada del sistema de formación de imágenes. Si una MTF es 0 (0%) no se registra ninguna información, mientras que el valor de 0,5 indica que se registra el 50% de la información¹⁹⁶. Tradicionalmente, la frecuencia espacial que resulta en una relación del 10% (MTF 0,1) es considerada y denominada como la resolución espacial del aparato¹⁹⁵. En el sistema convencional para radiología general, la MTF va reduciendo su valor progresivamente con la frecuencia, de modo que alcanza un valor de 0,02 para una frecuencia del orden de 5 pl/mm. En el sistema digital, la MTF cae bruscamente a partir de una frecuencia de corte, por ejemplo, de 2,5 pl/mm, o de 3,5 pl/mm, determinada por la frecuencia de muestreo del láser o de la matriz de TFT. Sin embargo, hasta alcanzar ese valor es más alta, es decir, para frecuencias muy interesantes en radiología, de entre 1 pl/mm y 2 pl/mm, ofrece un mejor rendimiento en términos de imagen.

La resolución espacial depende del tamaño del foco de emisión o punto focal, del tamaño del elemento detector, de la geometría y de los parámetros de reconstrucción, así como del

movimiento del paciente y otros factores^{167, 197}. El elemento que puede ser modificado con mayor facilidad es el tamaño del elemento detector, que puede ser aumentado de una manera eficaz mediante el *binning* o agrupación de píxeles. Un *binning* de $n \times n$ supone que $n \times n$ píxeles están combinados y son leídos como uno solo. Una agrupación de 1×1 proporciona la máxima resolución espacial. Gupta y cols.¹⁹⁵ describen como, mediante el cambio de un modo de *binning* de 1×1 a un *binning* 2×2 de un determinado CBCT, es posible una modificación de la resolución espacial de un tamaño de vóxel de 150 μm a 250 μm . Mediante el *binning*, además de producirse una disminución de la resolución espacial, se disminuye el ruido y la cantidad de información recogida, y puede por lo tanto aumentar la velocidad del cuadro.

En una comparativa, las ortopantomografías presentan aproximadamente una resolución espacial de 5 pl/mm, siendo en las radiografías intraorales del orden de 20 pl/mm¹²⁷. Brüllmann y cols.¹⁹⁷ describen que la resolución de los sistemas CBCTs muestra un rango entre 0,5-2,3 pl/mm (mediana, 2,1 pl/mm), y que de forma realista podría esperarse una resolución por encima de 1 pl/mm. En los TCs convencionales, con un tamaño de vóxel mayor que los CBCT y con una MTF de 0,5, la resolución es solo de 0,5 pl/mm¹⁵⁰. Con el desarrollo de los modelos TCs multidetector se consiguen una mayor resolución con voxels isotrópicos entre 150 y 300 μm ¹⁹⁸.

El ruido cuántico se define como aquellas fluctuaciones indeseables producidas en la señal. Como consecuencia de las fluctuaciones generadas por el ruido se produce una degradación de la calidad de la imagen al enmascarar las fluctuaciones de la señal real¹⁹⁶. Por lo tanto, el ruido está fundamentalmente relacionado con la calidad de la imagen. Este varía en función de la dosis, de la atenuación de los tejidos y del tamaño del vóxel. En un sistema de imagen, el ruido relativo disminuye al aumentar la cantidad de rayos X absorbidos por unidad de área. De este modo, un pequeño tamaño de píxel captura menor cantidad de fotones, dando como resultado un mayor ruido en la imagen que los píxeles de mayor tamaño^{156, 196}. De este modo, el ruido puede ser reducido mediante *binning*¹⁶⁵.

Junto con el aumento del ruido en la imagen, la radiación dispersa es un factor importante en la reducción del contraste. En CBCT el tipo de geometría de adquisición de la imagen da como resultado un gran volumen irradiado con cada proyección de imagen básica. Como resultado, una gran proporción de fotones (cuantos de energía que constituyen la radiación electromagnética) participan en interacciones a modo de atenuación. Muchos de esos fotones se producen por el efecto o dispersión Compton, según el cual la radiación electromagnética

que incide sobre ciertas superficies sale de esta interacción con una longitud de onda mayor a la de entrada, produciendo radiación dispersa. El uso de detectores de área en la CBCT, determinan que se registre mucha radiación dispersa, a diferencia de los TCs multidetector, lo que causa degradación de la imagen y ruido¹⁵⁶. La dispersión se refiere a la radiación de baja energía que se genera en el paciente durante la adquisición de la imagen. Consiste en el flujo de fotones que inciden en el detector, que no pertenecen al haz principal. En la TC de haz en abanico, la colimación de la fuente de rayos restringe la amplitud del eje del Z haz de rayos. Sin embargo, en el CBCT debido a la geometría del haz, la cobertura en el eje Z es mayor, permitiendo la dispersión del haz de rayos X, generada a partir de todo el volumen de cobertura, para llegar al detector según es adquirida la imagen¹⁹⁹. La ratio radiación dispersa-radiación del haz primario que inciden en el detector, que es generalmente alrededor de 0,05 - 0,2 para TCs multicorte, puede ser superior a 3 para los CBCTs de gran FOV.

Las imágenes de CBCT con tecnología FPD normalmente ofrecen una excelente resolución espacial con una dosis relativamente baja del paciente. La resolución de contraste sufre, sin embargo, debido al aumento en la dispersión de rayos X²⁰⁰.

1.6.3.1 Métodos directos de reducción de la dispersión

La dispersión puede reducirse de manera efectiva mediante el colimado del haz, la filtración de la fuente de rayos y la filtración de compensación. La colimación del haz elimina aquellos fotones que se dirigen fuera del FOV determinado, reduciendo de este modo la contribución de la dispersión periférica a la ratio radiación dispersa-haz primaria de rayos.

La filtración del haz de rayos se consigue mediante un filtro de aluminio eliminando de este modo los fotones de baja energía de forma uniforme desde el haz de rayos.

La atenuación del haz de rayos a través del tejido en los extremos de la FOV es menor en comparación con el resto de la estructura del objeto a explorar. Esto da como resultado una atenuación menor de dispersión periférica y, por lo tanto, una mayor contribución de la dispersión periférica a la degradación de la imagen. La dispersión periférica constituye la mayor contribución a la dispersión total, y puede ser mitigada mediante lo que se denomina filtración de compensación. Un filtro anular o de cuña, es el tipo de filtro de compensación más frecuente en los sistemas CBCTs. Mediante este filtro se logra modificar el perfil de haz mediante el aumento de la cantidad de fotones en el centro del cono y la reducción progresiva

de la densidad de fotones hacia la periferia. Sin embargo, la filtración de compensación presenta ciertos problemas, relacionados con el endurecimiento del haz.

1.6.4 Ventajas y limitaciones de la tomografía computarizada de haz cónico

El uso de la tecnología CBCT en la práctica clínica dental ofrece una serie de ventajas para la formación de imágenes maxilofaciales. La CBCT ofrece imágenes de estructuras anatómicas con alto contraste y por lo tanto es particularmente adecuada para la obtención de imágenes de estructuras óseas de la zona craneofacial. La CBCT presenta un tiempo rápido de escaneado, adquiere todas las imágenes de proyección en una sola rotación. El tiempo de exploración es comparable a la radiografía panorámica, siendo esto beneficioso porque limita los artefactos debido a que el movimiento del sujeto se reduce¹⁵⁶.

La posibilidad de colimar el haz de rayos permite limitar la radiación a la zona de interés. Por lo tanto, se puede seleccionar un FOV óptimo para cada paciente en función de cómo se presente la enfermedad sospechosa o la región de interés. Aunque no está disponible en todos los sistemas CBCTs, esta función es muy deseable, ya que proporciona un ahorro en la dosis, limitando el campo irradiado para adaptarse al FOV.

Las ventajas que ofrece la CBCT respecto a la radiografía convencional son las siguientes: las técnicas de radiografía convencional digitales emplean píxeles, mientras que los sistemas de CBCT generan imágenes volumétricas compuestas por voxels, que son geométricamente precisas, dando una correcta relación anatómica, y por lo tanto, no realizan medidas distorsionadas, a diferencia de los sistemas bidimensionales de imagen¹⁶⁰; la fiabilidad de las medidas lineales y angulares obtenidas mediante la CBCT, en comparación con las radiografías convencionales bidimensionales, revelan que no es necesario realizar radiografías panorámicas en pacientes que ya habían realizado previamente un CBCT como herramienta diagnóstica²⁰¹. Mediante CBCT es posible el estudio completo del esqueleto maxilofacial.

Las ventajas que ofrece la CBCT respecto a la TC son las siguientes: 1) los CBCTs proveen una mayor resolución a la obtenida mediante TC. La resolución espacial superior es una de las cualidades que hacen más atractiva la tecnología CBCT y es debida a la tecnología FPD y a la adquisición de datos isotrópica. La resolución de las CBCTs es submilimétrica (rango entre 0,4 mm y 0,076 mm). Los CBCTs permiten obtener reconstrucciones multiplanares con una alta calidad diagnóstica y realizar mediciones lineales y angulares muy precisas^{185, 202}.

²⁰³. La resolución de los cortes o las proyecciones en 2D obtenidos de la CBCT es la misma que la de los cortes de la TC convencional en el plano horizontal. Sin embargo, en el plano vertical tienen mayor resolución los cortes de la CBCT; 2) la geometría cónica del haz permite cubrir un mayor volumen con una dosis comparativamente menor a la tomografía convencional; 3) posibilidad de colimado del haz, permitiendo de este modo limitar la radiación al área de interés para una determinada patología; 4) las CBCTs suponen una mayor comodidad que los CTs, ya que el escaneado se puede realizar en posición ortostática o sentado, permitiendo además representar los tejidos blandos en una posición natural; 5) los artefactos a nivel oclusal son menores; 6) la adquisición rápida supone la presencia de menos artefactos debidos al movimiento del paciente; 7) presentan un tamaño adecuado para hacer uso rutinario de ellos y suponen una menor inversión económica, alrededor de un 20-25% del coste de un TC.

Las limitaciones de la CBCT respecto a la TC son las siguientes: 1) la CBCT proporciona una valoración subjetiva de la calidad ósea a diferencia de lo que ocurre con el TC. Esto se debe a que la relación entre los valores del vóxel y la atenuación del haz de rayos no es uniforme en todo el volumen. El valor de un vóxel es una característica dependiente de su posición dentro del volumen de la imagen. Esto quiere decir que se producen diferentes valores de unidades Hounsfield para estructuras duras y blandas similares en función del área de escaneo donde se encuentren¹⁴⁹. En general, volúmenes de pequeño FOV son menos propensos a producir inexactitudes causadas por la radiación dispersa y la geometría no ideal (no uniformidad en la radiación)²⁰⁴. Las CBCTs con un amplio haz presentan una mayor ratio de radiación dispersa-radiación del haz primario. 2) Aunque la CBCT presenta una mayor resolución en el plano vertical, el contraste suele ser mayor en la TC. La principal desventaja de la CBCT respecto al CT, especialmente con FOV más grandes, es una limitación en la calidad de la imagen en relación con el ruido y la resolución de contraste, debido a la detección de grandes cantidades de radiación dispersa¹⁵⁶. 3) El CBCT presenta una limitación en el tamaño del área anatómica a estudiar o campo de visión²⁰⁵. El campo de visión generalmente es menor que en los TCs estándar. En la CBCT el FOV presenta una mayor restricción en el plano axial en comparación con la TC helicoidal, debido a la geometría del haz de rayos¹⁵⁶. 4) Existe una menor capacidad en la diferenciación de tejidos blandos en comparación con la TC²⁰⁵, pero esto no supone un gran problema puesto que en radiología

oral y maxilofacial generalmente el interés se centra en los tejidos mineralizados, dientes y huesos.

1.6.5 Aplicaciones de la tomografía computarizada de haz cónico en odontología

Previamente a su uso en odontología, la técnica “*cone beam*” ya era utilizada para propósitos distintos en el ámbito de la medicina^{206, 207}. Inicialmente fue desarrollada para su uso en angioplastias²⁰⁷, más recientemente sus aplicaciones incluyeron la radioterapia²⁰⁸, mamografía y microtomografía de pequeños especímenes en la aplicación biomédica o industrial²⁰⁶.

Son diversas las áreas de la odontología en las cuales la CBCT ha sido empleada - endodoncia, periodoncia, implantología, cirugía oral y maxilofacial y ortodoncia-. Es más adecuado un escáner CBCT de moderado a gran FOV cuando se aplica en un área en la cual no se necesita una definición del detalle de las estructuras, pero sí una representación de una parte considerable de la cara, esto ocurre en ortodoncia o en la planificación quirúrgica para implantes. Por otro lado, en aquellas aplicaciones que requieren de la imagen detallada de una pequeña parte del complejo maxilofacial, por ejemplo, para el diagnóstico de las alteraciones dentales es más adecuado un sistema CBCT de limitado FOV.

Las aplicaciones de la CBCT en las diversas especialidades odontológicas pueden ser múltiples²⁰⁹:

- CBCT en endodoncia y cirugía periapical

Aunque la radiografía periapical es más práctica en procedimientos habituales de endodoncia, la CBCT al ser una imagen tridimensional, nos da una información de la anatomía interna del diente que no se consigue con la radiografía periapical. Por otro lado, la CBCT elimina la superposición de estructuras circundantes, convirtiéndola en una técnica muy ventajosa para su aplicación en endodoncia. La CBCT ha mostrado mayor sensibilidad y precisión que la imagen bidimensional, para analizar la presencia de patología periapical²¹⁰. Mediante CBCT se detectaron un 34% más de lesiones periapicales que las radiografías intraorales y con mayor frecuencia demostró la relación de la lesión con el seno maxilar, el engrosamiento de la mucosa del seno y la presencia de conductos no tratados. Se considera que el uso CBCT es de especial importancia en la planificación de las cirugías periapicales especialmente en la región molar inferior²¹¹. No obstante, hay que destacar que también se

han descrito distorsiones de la imagen y dificultades en el diagnóstico debido a los artefactos del propio material restaurador de la endodoncia²¹².

En endodoncia generalmente se utilizan CBCTs con un limitado FOV, ya que permite localizar con mayor exactitud los canales radiculares²¹³ e identifica canales accesorios. De esta forma obtenemos una imagen tridimensional únicamente del diente que estamos tratando.

El diagnóstico de las fracturas radiculares generalmente no es sencillo. Cuando se utilizan radiografías convencionales no es posible ver la línea de fractura, a menos que el haz de rayos esté orientado de modo que atravesase el plano de la fractura. La CBCT supera a la radiografía convencional en el análisis de la localización y angulación de las fracturas radiculares, tanto en dientes que presentan fracturas horizontales como verticales^{214, 215}. Hay un consenso generalizado con respecto a las ventajas de la CBCT en el diagnóstico de las reabsorciones internas y externas. Esta permite una localización exacta y observar la extensión de la lesión en etapas más tempranas, así como identificar la posible perforación y comunicación con el ligamento periodontal, lo cual es fundamental en el pronóstico, plan de tratamiento y seguimiento de estos casos^{162, 216}.

- CBCT en ortodoncia

La ortodoncia clásicamente se basaba en técnicas radiográficas bidimensionales para el estudio de las estructuras tridimensionales. Con el desarrollo de la CBCT, se hizo posible un diagnóstico ortodóncico más detallado y comprensible, permitiendo un plan de tratamiento más adecuado, ya que el análisis cefalométrico en 3D aporta mayor precisión²¹⁷. Las cefalometrías convencionales presentan posibles errores derivados de la colocación del paciente, una magnificación diferencial de las estructuras bilaterales y la superposición de estructuras anatómicas, lo cual dificulta la localización precisa de los puntos cefalométricos²¹⁸. El escáner CBCT permite una mejor localización de marcas anatómicas en el análisis cefalométrico y unas mediciones lineales precisas, así como medidas angulares entre puntos de diferente plano^{219, 220}. Los puntos localizados en la CBCT corresponden a las localizaciones reales anatómicas, esto permite valorar el crecimiento del macizo maxilofacial, y realizar un seguimiento del tratamiento mediante la superposición con otras CBCTs²²¹. Por otra parte, las imágenes tridimensionales son fundamentales en el plan de tratamiento mediante cirugía ortognática^{217, 222}, mejoran el análisis de la simetría/ asimetría esquelética, debido a que no están influenciadas por una posición incorrecta de la cabeza del paciente o una magnificación desigual^{223, 224}, permiten determinar la forma y la disponibilidad ósea

general^{225, 226} y permiten el seguimiento de los procedimientos terapéuticos, como la expansión rápida maxilar^{227, 228}.

Aunque los contactos entre las raíces dentarias durante el tratamiento ortodóncico multibrackets está sobreestimado en las ortopantomografías, no parece justificado el uso de la CBCT para el control tridimensional del tratamiento ortodóncico²²⁹. Sin embargo, en ciertos casos en los que existe un riesgo importante de pérdida ósea o cuando aparecen dehiscencias puede estar indicado el uso de CBCT para un seguimiento más preciso de los dientes implicados^{230, 231}. Otras indicaciones, como el estudio del contorno alveolar o la presencia de reabsorciones radiculares deben ser valoradas en función del coste-beneficio del uso de la CBCT²³².

También mediante CBCT es posible el estudio de la vía aérea, permitiendo su análisis volumétrico, así como realizar reconstrucciones tridimensionales²³³. Los datos obtenidos mediante CBCT permiten analizar los bordes de las estructuras anatómicas y la presencia de patología en las vías aéreas²³⁴. Esto mejora el diagnóstico de la apnea obstructiva del sueño ya que permite la determinación del nivel de constricción^{235, 236}. Las mediciones obtenidas de la forma y tamaño de la vía aérea son esenciales en aquellos casos en los que se planifiquen procedimientos de reposición mandibular o *setbacks* quirúrgicos^{237, 238}.

En 2013 la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR) ha publicado una serie de recomendaciones para un uso racional de la CBCT con fines diagnósticos en ortodoncia²³⁹. La CBCT estaría indicada en la detección de anomalías dentales (morfología, hipodoncia, dientes supernumerarios/ germinaciones/ fusiones, anomalías radiculares y reabsorciones internas y externas) y de alteraciones en la posición (impactaciones, presencia de dientes sin erupcionar o supernumerarios, análisis de la relación de los molares inferiores con el conducto dentario, alteraciones en la secuencia eruptiva o erupciones ectópicas). También estaría recomendado un estudio mediante CBCT en aquellos casos en los que existe una relación dentoalveolar comprometida (en casos de reducida anchura alveolar bucolingual, protusión bimaxilar, estado periodontal comprometido o ante hendiduras alveolares) y en el estudio de las asimetrías y discrepancias anteroposteriores, verticales y transversales. Otras indicaciones del uso de la CBCT según la AAOMR, consisten en el estudio de signos y síntomas de la articulación temporomandibular, de deformidades dentofaciales o craneofaciales, de condiciones que afectan a la morfología de la vía aérea, la

planificación de la colocación de mini-implantes para anclaje y el seguimiento de los procedimientos de expansión maxilar.

- CBCT en el análisis de la articulación temporomandibular.

El uso de la CBCT en el análisis de la articulación temporomandibular (ATM) permite evitar la superposición de estructuras anatómicas como la porción petrosa del hueso temporal, la apófisis mastoides y la eminencia articular. El uso de la CBCT está limitado al estudio de los componentes óseos articulares y la integridad de la cortical ósea. La CBCT provee imágenes de ATM con alta calidad de los componentes óseos en todos los planos, lo que puede contribuir al diagnóstico de diversas patologías tales como fracturas, anquilosis, anomalías del desarrollo, la formación de osteofitos, erosiones en la superficies articulares^{240, 241}, la evaluación del espacio interarticular, así como la posición del cóndilo en la fosa en posición de boca abierta y/o cerrada, lo que a menudo revela una posible dislocación del disco en la articulación^{242, 243}. Aunque para la evaluación de las alteraciones en el disco articular, los tejidos blandos y las alteraciones internas es necesario el uso de resonancia magnética²⁴⁴. La visión general de la ATM que aporta la CBCT resulta muy útil en casos de anomalías graves morfológicas como hiperplasias de la apófisis coronoides, hiperplasia o hipoplasia condilar o cuando se realiza una planificación quirúrgica.

- CBCT en el estudio de las vértebras cervicales.

La enfermedad articular degenerativa o artrosis es un trastorno progresivo no infeccioso, siendo frecuente en pacientes de avanzada edad. Esta patología se caracteriza por desgaste de los cartílagos articulares con crecimientos óseos u osteofitos, estrechamiento de los espacios articulares, esclerosis o endurecimiento del hueso en las superficies articulares y deformación de las articulaciones. Es posible la formación de quistes subcondrales en las vértebras y defectos osteoporóticos en la médula ósea. Otros hallazgos que son identificados mediante CBCT es la fusión de las vértebras cervicales C2-C3, o la falta de separación parcial o completa de vértebras cervicales durante el desarrollo²⁴⁵.

- CBCT en periodoncia.

En periodoncia el uso de la CBCT presenta varias indicaciones. Es posible comprobar la lesión de la furca, analizar la pérdida ósea y la altura de la cresta ósea alveolar próxima al diente. En especial es de gran ayuda en la determinación de defectos óseos a nivel bucal y lingual, así como la pérdida parcial del grosor de hueso interdental^{246, 247}. En algunos estudios, la capacidad de detección de las lesiones de furcas alcanza el 100% en imágenes de estudios

en cadáveres y en pacientes mediante CBCT^{247, 248}. La CBCT permite una evaluación precisa de los defectos infraóseos, obteniéndose una mejor visualización de la profundidad, anchura y morfología de la pérdida ósea que con las técnicas de imagen 2D²⁴⁸. También permite identificar dehiscencias, fenestraciones y quistes periodontales. Braun y cols.²⁴⁹ describen que el diagnóstico de dehiscencias y fenestraciones, mediante CBCT, es más preciso que en las radiografías intraorales en un 25% y 33% de los casos, respectivamente. Siendo el porcentaje de diagnóstico adecuado entre el 79 y 90% de los casos, respectivamente. En la evaluación de la terapia periodontal regenerativa presentó una mayor precisión en comparación con las radiografías intraorales²⁵⁰.

- CBCT en implantología.

La CBCT es una herramienta con varias aplicaciones que optimizan el tratamiento implantológico permitiendo: 1) estudiar la morfología y la disponibilidad ósea tridimensional para minimizar el riesgo de complicaciones, así como determinar la posición intraósea de los implantes y su relación con la restauración planificada y con los dientes o implantes adyacentes. 2) Localizar y determinar la distancia existente a las estructuras críticas anatómicas de referencia, previamente a la cirugía. 3) Determinar el tamaño, posición, angulación y tipo de implante más apropiado. 4) Valorar la necesidad de incrementos óseos mediante técnicas quirúrgicas como injertos óseos, elevaciones sinusales, distracciones alveolares, transposiciones nerviosas. 5) Diseñar guías quirúrgicas de asistencia durante la cirugía, fabricadas sobre un plan de tratamiento virtual realizado en CBCT^{251, 252}.

La AAOMR realiza las siguientes recomendaciones para el uso de la CBCT en implantología. Recomienda el análisis mediante imágenes transversales ortogonales de toda zona potencialmente receptora de un implante, considerando a la CBCT la técnica radiológica de elección. La CBCT debe ser considerada como la herramienta diagnóstica que ha de usarse antes de cualquier procedimiento de aumento óseo y posteriormente, en la maduración del injerto, previo a la colocación de los implantes. El uso de la CBCT para el control postoperatorio de los implantes solo está indicada en presencia de movilidad y alteraciones sensoriales, especialmente en la zona posterior mandibular, así como en los casos en los que se ha planificado la retirada de un implante²⁵³.

- CBCT en cirugía oral y maxilofacial.

El método tradicional de diagnóstico de dientes incluidos, retenidos e impactados se realiza mediante dos o tres radiografías y desplazando el tubo de rayos, es lo que se denomina

la técnica de Clark. Aunque esta técnica permite conocer si la posición del diente es vestibular o palatina, solo aporta una idea aproximada de la dificultad del caso. La información obtenida mediante CBCT permite un manejo y tratamiento más predecible de estos casos, reduciendo los riesgos asociados y el desarrollo de cirugías mínimamente invasivas. Es de especial importancia en el estudio de los caninos maxilares impactados mostrando su posición vestibulo-palatina, la angulación de su eje principal, el estudio del saco folicular, el desarrollo radicular, la detección de la patología asociada y la posible reabsorción de los incisivos centrales y laterales adyacentes²⁵⁴⁻²⁵⁸. Siendo también muy útil para un diagnóstico preciso de la localización de dientes supernumerarios²⁵⁹.

En el estudio de los pacientes con hendidura palatina la CBCT ha demostrado ser un método fiable para el diagnóstico de la afectación local y general de estos pacientes y el análisis volumétrico del defecto previo a la colocación de injertos óseos^{260, 261}, así como el seguimiento volumétrico del injerto y el éxito del tratamiento²⁶².

En cirugía oral y maxilofacial, se puede valorar con la CBCT la extensión y los límites de la patología tumoral, las lesiones óseas inflamatorias, deformidades de los maxilares, la patología relacionada con los senos maxilares²⁶³, el estudio de fracturas del esqueleto medio-facial y la visualización postoperatoria de los fragmentos. La CBCT también es adecuada para localizar fragmentos metálicos en la cara, en casos de accidentes, disparos o fragmentos de agujas. Independientemente del bajo contraste de los tejidos blandos en las imágenes de CBCT, se considera superior al TC helicoidal en la detección de calcificaciones en los tejidos blandos, como por ejemplo depósitos ateromatosos en la arteria carótida, tonsilolitiasis o sialolitiasis. Las pequeñas calcificaciones son detectadas con mayor facilidad mediante CBCT en comparación con otras técnicas intraorales y extraorales bidimensionales. Estas calcificaciones son hallazgos importantes en ciertos tipos de quistes y tumores (ej. tumor de Pindborg, quiste de Gorlin). En pacientes con labio leporino o paladar fisurado el uso de CBCT permite el análisis de la morfología del defecto, el volumen de injerto óseo necesario y el efecto del desarrollo en estas patologías. El uso de imágenes CBCTs con contraste permiten el estudio de tumoraciones y pueden conducir a una mejora en los resultados del tratamiento de pacientes mediante radioterapia²⁰⁸.

El odontólogo está familiarizado con los hallazgos normales observados en radiografía convencional. Sin embargo, en la tecnología CBCT la imagen que ofrece representa un volumen que suele incluir el cerebro, la base del cráneo, la zona naso y orofaríngea y las

vértebras cervicales. Esta imagen radiológica normal y patológica no es de rutina para muchos dentistas. Por lo tanto, el odontólogo puede no estar suficientemente entrenado en la interpretación de las imágenes más allá de los procesos maxilares y puede verse desbordado por las posibilidades de reconstrucción de la CBCT en estas áreas, con lo cual no debiera ser considerado responsable si un hallazgo significativo es obviado.

En realidad, tanto el propietario de la máquina CBCT y el odontólogo tienen una corresponsabilidad de asegurarse de que en todas las estructuras incluidas en el volumen de la CBCT se revise la patología oculta. Si éstos no se sienten cómodos interpretando el volumen, depende de ellos el asegurarse de que una persona cualificada lo interprete y realice un informe de los hallazgos. No se debe ignorar esta responsabilidad cuando se plantee el uso de esta tecnología con fines odontológicos¹⁴⁹.



2. JUSTIFICACIÓN





2 JUSTIFICACIÓN

El odontólogo debe disponer de los conocimientos suficientes y actualizados, acerca de las herramientas diagnósticas disponibles para realizar una correcta prescripción radiológica, con el fin de obtener un diagnóstico y un plan de tratamiento adecuados para el paciente.

En los últimos años, el número de pacientes sometidos a tratamientos de cirugía e implantología oral han aumentado considerablemente. Estamos ante una población que demanda una mayor calidad de vida. La aparición de nuevas técnicas radiológicas facilita la realización de estos procedimientos quirúrgicos en la práctica clínica diaria.

El conocimiento de las estructuras anatómicas nerviosas y vasculares es imprescindible en cualquier procedimiento quirúrgico. Se han descrito complicaciones quirúrgicas asociadas a variaciones anatómicas. Estas variaciones anatómicas pueden no ser detectadas con los estudios radiológicos convencionales en 2D, lo cual puede deberse a que estas imágenes bidimensionales presentan diversos problemas de distorsión, magnificación de las dimensiones o alteraciones en la nitidez. La aparición de la técnica de CBCT, ha permitido superar estas limitaciones y ha posibilitado un estudio más detallado de las estructuras anatómicas. Esto se debe principalmente a la información tridimensional, a la buena resolución espacial, la naturaleza isotrópica y la capacidad de obtener múltiples reconstrucciones, posibilitando así una gran fiabilidad de las medidas lineales y angulares obtenidas mediante la CBCT.

La identificación de las estructuras y variantes anatómicas tiene implicaciones clínicas muy importantes. Evitaría complicaciones quirúrgicas como consecuencia de la lesión de los CMs bífidos, forámenes retromolares o forámenes mentonianos accesorios, entre otros. La lesión de estas estructuras supone la aparición de alteraciones sensoriales o sangrados profusos.

Teniendo en consideración que las ortopantomografías son la prueba diagnóstica radiológica más utilizada en las clínicas odontológicas, y que con frecuencia constituye la única técnica de imagen diagnóstica, es importante determinar las limitaciones de esta técnica radiológica en la detección de variantes anatómicas, para evitar las complicaciones

quirúrgicas derivadas de la ausencia de identificación. Según nuestro conocimiento, no existen apenas estudios realizados en ortopantomografías que valoren los factores que pueden influir en la visibilidad de las variantes anatómicas mandibulares. El conocimiento de estos factores puede ser de gran ayuda para la elección del estudio radiológico más adecuado.



3. OBJETIVOS





3 OBJETIVOS

1. Identificar mediante CBCTs las variaciones anatómicas del conducto dentario inferior.
 - 1.1. Analizar la presencia y las características morfométricas de los CMs bífidos y los forámenes retromolares.
 - 1.2. Analizar las características morfométricas del foramen mentoniano.
 - 1.3. Analizar la presencia y las características morfométricas de los forámenes mentonianos accesorios.
2. Identificar mediante ortopantomografías las variaciones anatómicas del conducto dentario inferior.
 - 2.1. Analizar la visualización de los CMs bífidos y los forámenes retromolares.
 - 2.2. Analizar la visualización y el aspecto de los forámenes mentonianos.
 - 2.3. Analizar la visualización de los forámenes mentonianos accesorios.
3. Realizar un análisis de la capacidad visualización de las variaciones anatómicas en ortopantomografías.
 - 3.1. Determinar los factores que influyen en la visualización de los CMs bífidos y los forámenes retromolares.
 - 3.2. Determinar los factores que influyen en la visualización de los forámenes mentonianos y de los forámenes mentonianos accesorios.



4. METODOLOGÍA





4 METODOLOGÍA

En el presente estudio se realiza un análisis descriptivo retrospectivo de las variantes anatómicas del conducto dentario inferior visualizadas en CBCT y ortopantomografía.

4.1 ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

El estudio se lleva a cabo siguiendo los requerimientos aceptados en la declaración de Helsinki (revisión de Seúl, octubre de 2008) y Buenas Prácticas Epidemiológicas (EEUU y Europa), así como la legislación vigente en España, de acuerdo a lo dispuesto en la orden ministerial SAS/3470/2009.

El tratamiento, la comunicación y cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajusta a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal y el reglamento que la desarrolla.

Una vez recogidos y codificados, los datos son analizados de forma anónima. El acceso a los datos personales identificativos en los casos en que fuera necesaria la inspección de dicha información para su verificación estuvo restringido a personal debidamente autorizado del equipo investigador.

El protocolo ha sido sometido a la evaluación del Comité Ético de Investigación Clínica de Galicia previo a la investigación (Ref. 2012/272). Cualquier dato requerido por el protocolo podrá estar sujeto a auditorías por autoridades competentes, pero la confidencialidad de los datos será siempre condición indispensable, y el uso de los datos será única y exclusivamente para los fines protocolizados y comunicados a las autoridades.

Se obtuvo un consentimiento informado de todos los pacientes. En caso de pacientes de menor edad dio el consentimiento informado el tutor responsable considerando las circunstancias según lo dispuesto en la Ley autonómica 3/2005, de 7 de marzo, modificadora de la Ley 3/2001, de 28 de mayo, reguladora del consentimiento informado y de la historia clínica. En este consentimiento queda constancia de que los datos serán almacenados en una base de datos que podrán ser utilizadas con fines de investigación científica. El paciente debe

haber comprendido que su participación es voluntaria y da su conformidad libremente para utilizar los datos en las condiciones detalladas.

4.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN. SELECCIÓN DEL GRUPO DE ESTUDIO

La muestra de estudio se obtuvo de la Unidad de Radiología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela (USC). A esta unidad acuden por un lado, los pacientes del propio centro y por otro lado, los remitidos por clínicas externas a la Facultad. Todos los CBCTs para este estudio han sido analizados desde el año 2012.

4.2.1 Criterios de inclusión

La inclusión en el estudio se realizó mediante la revisión de los todos los pacientes registrados en la base de datos de la Unidad de Radiología y sometidos a un estudio mediante CBCT.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

1. La inclusión completa del área anatómica objeto de estudio en el volumen o región de interés del escáner fue un requisito necesario. Ambos forámenes mandibulares estaban incluidos en el volumen de la CBCT para el análisis de los CM bífidos y los forámenes retromolares. El cuerpo mandibular tenía que estar completo para el análisis del foramen mentoniano.
2. Aquellos pacientes que presentaron un estudio radiológico completo mediante CBCT y ortopantomografía, transcurrido un período de tiempo no superior al año entre ambas pruebas radiológicas.
3. El tamaño del vóxel de las imágenes de la CBCT fue inferior a 0,3 mm.

4.2.2 Criterios de exclusión

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

1. Aquellos pacientes con historia de traumatismos mandibulares o intervenciones quirúrgicas en la mandíbula, tales como cirugía ortognática, o reposición de nervio dentario inferior que podían alterar la posición del conducto dentario inferior.

2. La presencia de alteraciones en el desarrollo o hallazgos patológicos en la región anatómica, tales como osteomielitis, ameloblastoma, displasia fibrosa, tumores o quistes, malformaciones.
3. La existencia de alguna distorsión o artefactos causados por estructuras metálicas en el área a estudiar. Imágenes degradadas que presentaban ruido como resultado de una excesiva radiación dispersa. Imágenes desenfocadas o borrosas debido a movimientos del paciente, que afectaban a la calidad de la imagen.
4. Presencia de dientes incluidos o retenidos en la región anatómica que podían alterar la posición de las estructuras anatómicas o dificultar su identificación.

4.2.3 Selección del grupo de estudio

4.2.3.1 Canales mandibulares bífidos y forámenes retromolares.

Para el estudio de los canales mandibulares bífidos y forámenes retromolares se consideró una muestra general de 1551 pacientes consecutivos a los que se les realizó un estudio mediante CBCT, entre julio de 2008 y marzo de 2012, en la Unidad de Radiología de la Facultad. De esta muestra inicial general, 668 CBCTs no cumplieron el primer criterio de inclusión. Un total de 650 CBCTs no disponían de ortopantomografías, o había transcurrido más de un año entre las dos pruebas radiológicas. Tres CBCTs fueron excluidos debido a la presencia de patologías. Del mismo modo, cinco CBCTs no presentaban una adecuada calidad. La muestra final de estudio está constituida por 225 pacientes (Fig. 13).

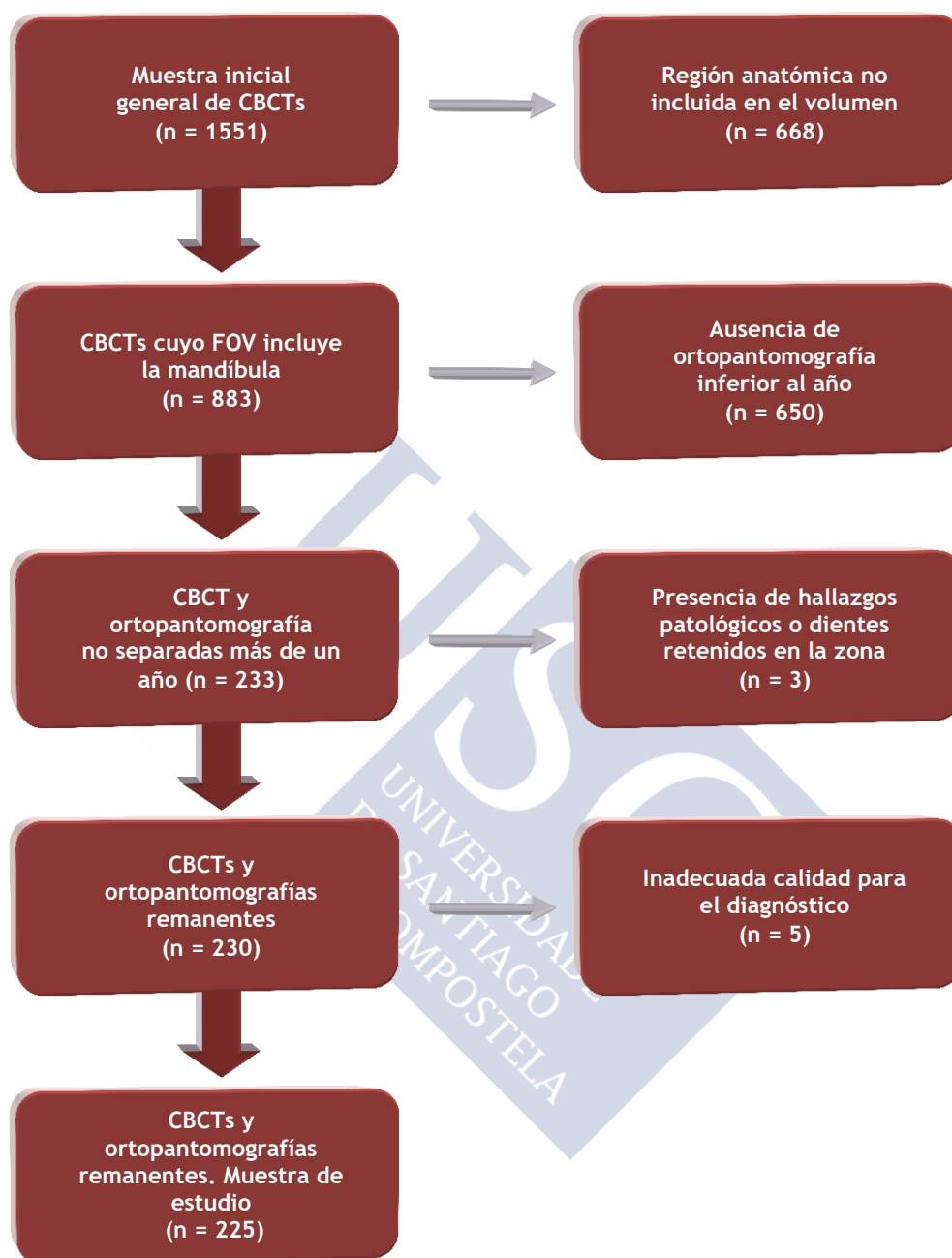


Figura 13. Diagrama de flujo de la selección de la muestra de estudio para el análisis de los canales mandibulares bífidos y los forámenes retromolares.

4.2.3.2 Forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios

Para el estudio de los forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios se utilizó una muestra general de 2420 pacientes consecutivos, a los que se les realizó un estudio

mediante CBCTs, entre julio de 2008 y Junio de 2014. De esta muestra inicial general, 1050 CBCTs no cumplieron el primer criterio de inclusión. Un total de 1005 CBCTs correspondían a pacientes que tenían pruebas radiológicas duplicadas, no disponían de ortopantomografías, o había transcurrido más de un año entre las dos pruebas radiológicas. Diez CBCTs fueron excluidos debido a la presencia de patologías. Del mismo modo, nueve CBCTs y dos ortopantomografías no presentaban una adecuada calidad. La muestra final de estudio está constituida por 344 pacientes (Fig. 14)

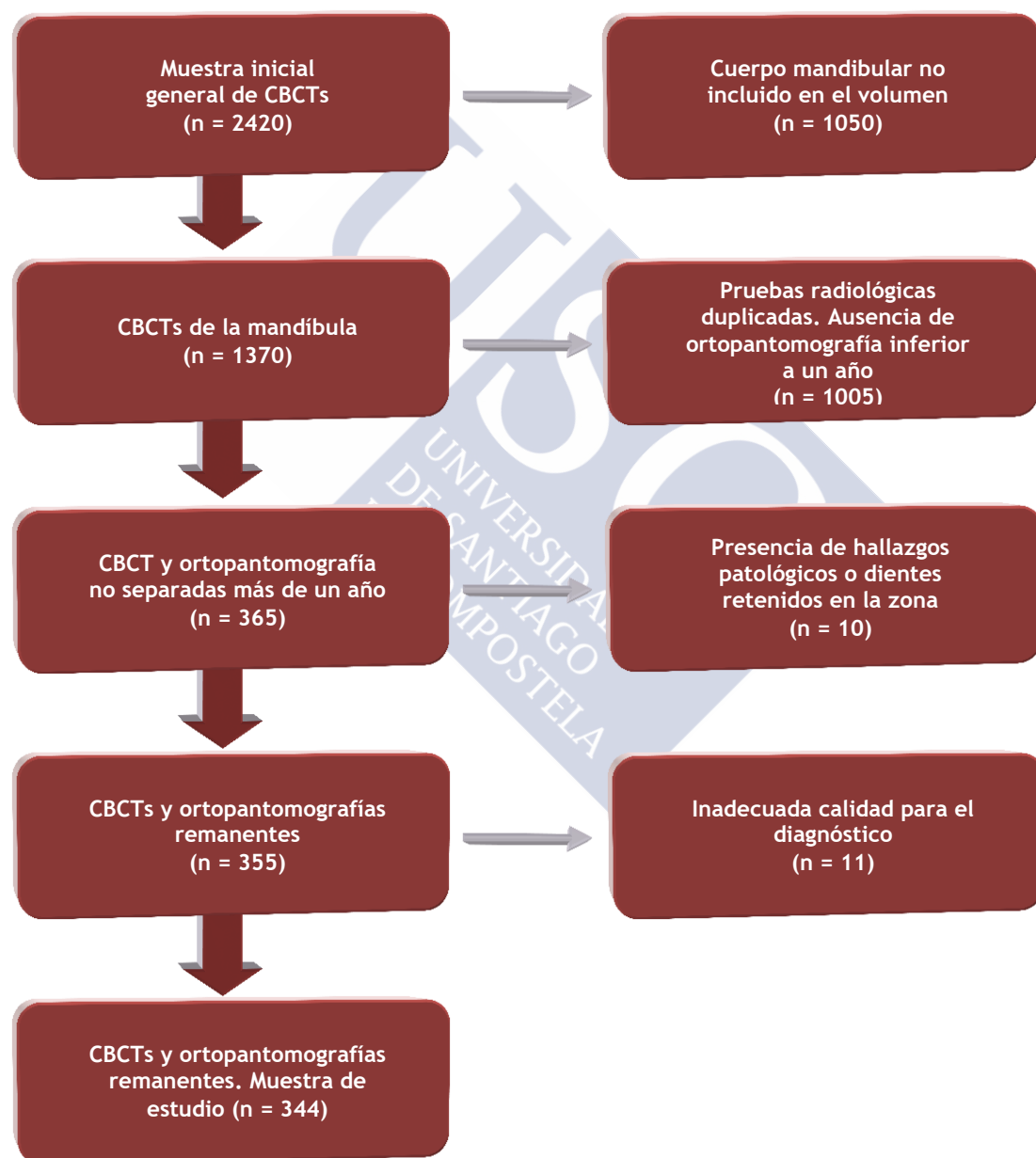


Figura 14. Diagrama de flujo de la selección de la muestra de estudio para el análisis del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio.

4.3 SISTEMAS DE IMAGEN

Los exámenes de CBCT se realizaron mediante una unidad de CBCT con un detector de imagen FPD de yoduro de cesio (CsI) sobre silicio amorfo (a-Si) (i-CAT® Model 17-19; Imaging Sciences International Inc., Pensilvania, USA). Las imágenes fueron realizadas usando el siguiente protocolo de posición y parámetros de exposición: una posición del paciente en la que el plano oclusal se sitúa paralelo al suelo mediante unos punteros en los oídos y una mentonera. El voltaje del tubo de rayos X fue de 120 kVp, la corriente de 5 mAs y el tiempo de exposición de 14,7 s.

Las ortopantomografías se llevaron a cabo mediante el panorámico Ortophos® DS (Sirona Dental Systems GmbH, Bencheim, Alemania) con un sensor CCD digital. Los parámetros de exposición se establecieron a un voltaje de 80 kVp, una corriente de 7 mAs, un tiempo de exposición de 14,1 s y una distancia foco/ sensor de 497 mm. La posición del paciente se estableció de modo que el plano de Frankfurt permaneciese paralelo al suelo. Las ortopantomografías fueron procesadas mediante un sistema radiográfico informático (Sidexis® neXt Generation; Sirona Dental Systems GmbH).

Las ortopantomografías incluídas en el estudio cumplieron los siguientes criterios:

1. No mostraban ninguna lesión radiolúcida o radiopaca en la mandíbula.
2. No existía evidencia de fractura mandibular, reciente o antigua.
3. Ausencia de artefactos debidos al procesado o exposición radiográfica.

4.4 DISEÑO DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES. PARÁMETROS REGISTRADOS. SELECCIÓN DE IMÁGENES PARA COMPARAR ENTRE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO Y ORTOPANTOMOGRAFÍAS

4.4.1 Diseño del estudio de investigación y procedimiento de análisis de las imágenes

Las reconstrucciones multiplanares de la CBCT fueron conjuntamente analizadas por dos investigadores experimentados, con un doble objetivo. Por un lado, identificar la presencia de ramificaciones del canal dentario inferior analizando el trayecto intraóseo del canal desde el foramen mentoniano hasta 30 mm mesial al borde anterior de la rama, y por otro lado, identificar el foramen mentoniano y analizar la presencia de forámenes mentonianos accesorios. Con este propósito, los cortes transversales, axiales, sagitales y para-panorámicos de los datos de proyección fueron reconstruidas en un equipo informático (Samsung® R522; Samsung

Electronics, Seúl, Republica de Corea) con una tarjeta gráfica ATI Mobility Radeon HD 4330 (ATI Technologies Inc., Ontario, Canadá) y un monitor PnP genérico con una resolución de 1280 x 768 píxeles (el brillo y el contraste fueron fijados a la configuración predeterminada) mediante dos programas informáticos de reconstrucción y análisis de imágenes de CBCT: el programa i-CAT (i-CAT Vision v. 1.9; Imaging Sciences International Inc., Pensilvania, USA) para la identificación de las ramificaciones del canal dentario inferior, y el programa Carestream® CS 3D v3.2.12 (Carestream Health Inc., Rochester, NY, USA) para la identificación del foramen mentoniano y forámenes mentonianos accesorios. El espesor de los cortes de la CBCT fue menor a 0,3 mm.

4.4.2 Clasificaciones y medición de los parámetros analizados

4.4.2.1 Canales mandibulares bífidos y forámenes retromolares:

Los CMs bífidos se clasificaron en cinco tipos, según la modificación realizada de la clasificación de Naitoh y cols.³³ (Fig. 15):

1. Canal retromolar.- El canal se bifurca desde el conducto dentario inferior, en la región de la rama mandibular, y se dirige en una dirección ascendente alcanzando la zona retromolar.
2. Canal dental.- El canal sigue su curso intraóseo hasta alcanzar las raíces del segundo o del tercer molar inferior.
3. Canal anterior.- El canal avanza en sentido anterior, con la posibilidad de confluir de nuevo o no con el conducto dentario inferior.
4. Canal bucolingual.- La ramificación del conducto dentario inferior se dirige en una dirección hacia la cortical bucal o lingual.
5. Canal superior.- El canal se origina desde el conducto dentario inferior con una dirección ascendente y describe un trayecto que no cumple los criterios de asignación a ninguno de los grupos anteriores.

Los parámetros registrados en relación a los CM bífidos son los descritos en la tabla 5:

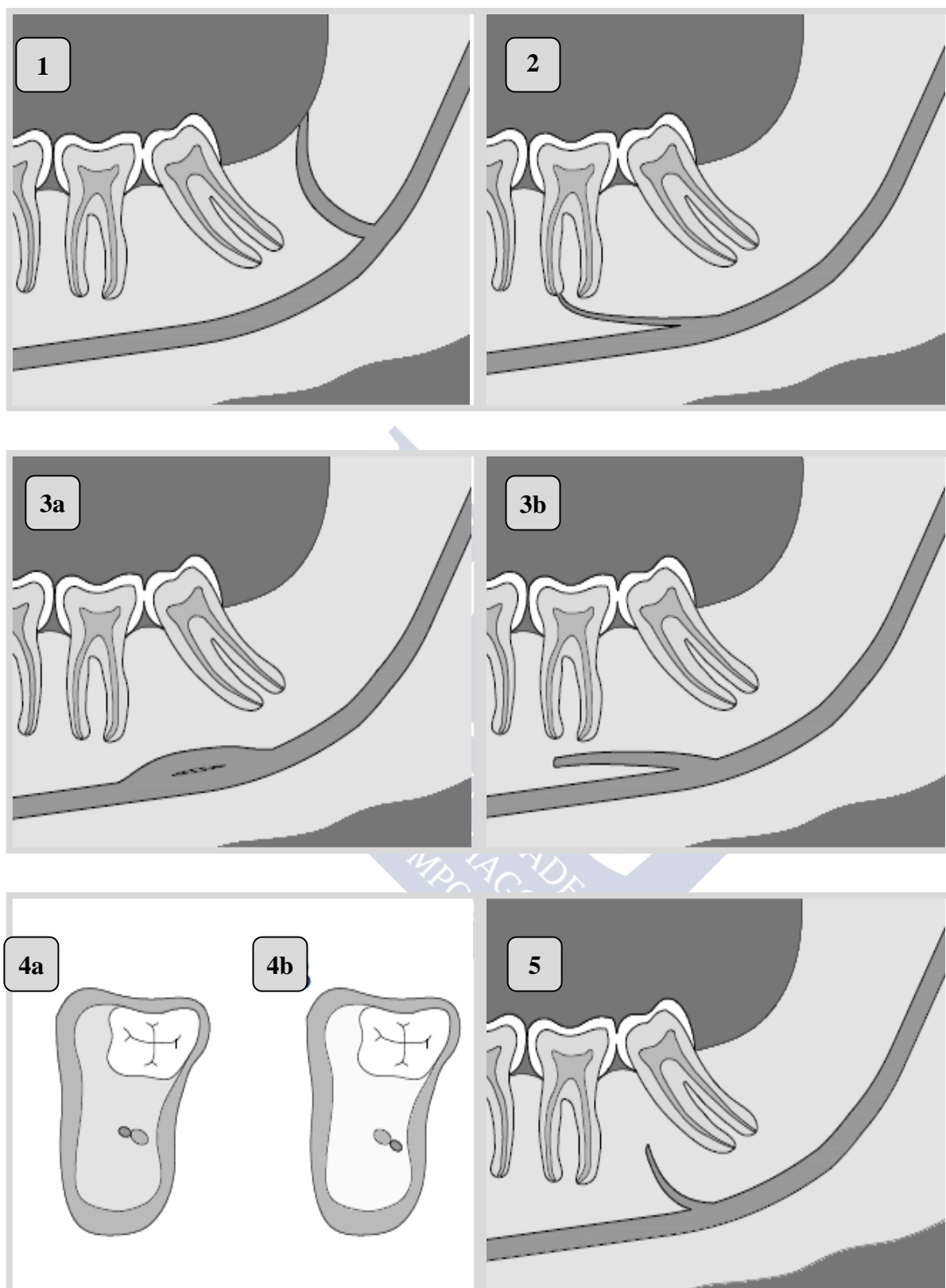


Figura 15. Clasificación morfológica de los canales mandibulares (CM) bífidios: (1) CM bífido retromolar; (2) CM bífido dental; (3a) CM bífido anterior con confluencia; (3b) CM bífido anterior sin confluencia; (4a,4b) CMs bífidios bucal y lingual; (5) CM bífido superior.

Tabla 5. Características morfométricas de los canales mandibulares (CMs) bífidos y forámenes retromolares analizadas en las tomografías computarizadas de haz cónico (CBCTs).

Cortes transversales de CBCT	
Anchura mandibular	Ancho mandibular entre la cortical interna y externa, en el punto de bifurcación (A) (Fig. 16)
Diámetro conducto dentario inferior	Diámetro vertical del conducto dentario inferior (B) (Fig. 16)
Cortes sagitales de CBCT	
Longitud CM bífido	Distancia anteroposterior del canal mandibular bífido (Fig. 17)
Altura CM bífido	Distancia vertical del canal mandibular bífido (Fig. 17)
Diámetro CM bífido	Anchura del canal mandibular bífido en su origen (Fig. 17)
Ángulo CM bífido	Ángulo que forma el CM bífido con el conducto dentario inferior (ángulo formado entre el conducto principal y el borde cortical inferior del CM bífido) (Fig. 17)
Diámetro foramen retromolar	Diámetro del CM bífido, a nivel de la cortical externa, en su emergencia en la zona retromolar (Fig. 17)

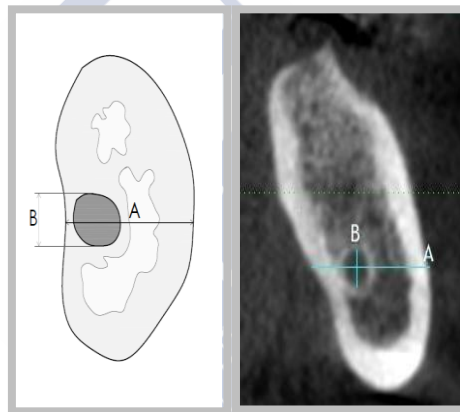


Figura 16. Corte transversal de tomografía computarizada de haz cónico. Características analizadas: (A) Ancho mandibular. (B) Diámetro conducto dentario inferior.

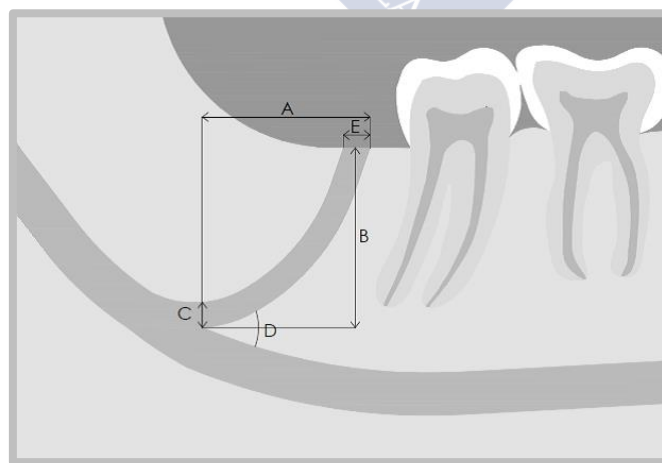


Figura 17. Corte sagital de tomografía computarizada de haz cónico. Características morfológicas de los canales mandibulares (CMs) bífidos. (A) Longitud CM bífido; (B) Altura CM bífido; (C) Diámetro CM bífido; (D) Ángulo CM bífido; (E) Diámetro foramen retromolar.

Las mediciones fueron realizadas por un único investigador experimentado en condiciones constantes (habitación con iluminación tenue y un monitor de 15,6 pulgadas). Un mes después, las imágenes CBCTs de 30 pacientes fueron aleatoriamente seleccionadas y el mismo investigador realizó una nueva medición de los parámetros del CM bífido y foramen retromolar para analizar la variabilidad intraobservador.

4.4.2.2 Forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios

La localización del foramen mentoniano fue clasificada según se situase debajo o entre los ápices del primer molar al canino, de acuerdo a la clasificación propuesta por Tebo y Telford²⁶⁴: (I) anterior al primer premolar, (II) debajo del primer premolar, (III) entre los ápices de los premolares, (IV) debajo del segundo premolar, (V) entre el segundo premolar y el primer molar, y (VI) debajo del primer molar (Fig. 18).

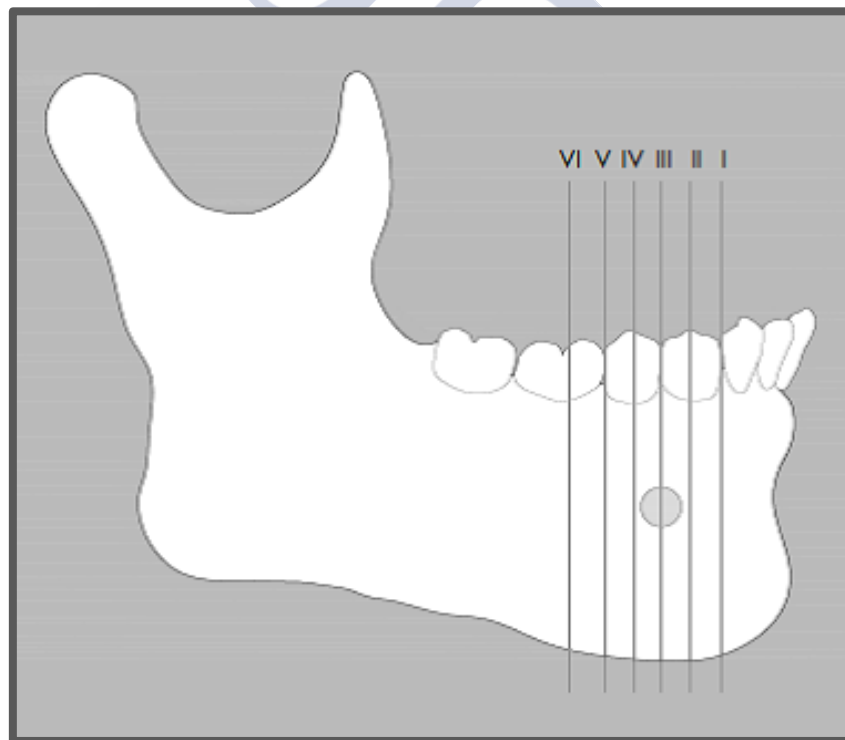


Figura 18. Clasificación de la posición anteroposterior del foramen mentoniano propuesta por Tebo y Telford²⁶⁴.

La posición del foramen mentoniano y del foramen mentoniano accesorio en el cuerpo mandibular se determinó entre la distancia existente desde la cresta alveolar al borde superior

del foramen mentoniano y del foramen mentoniano accesorio (FM-BSM, FMA-BSM). También se determinó entre la distancia existente desde el borde inferior del foramen mentoniano y del foramen mentoniano accesorio al borde inferior mandibular (FM-BIM, FMA-BIM). El ángulo formado por la intersección entre la tangente a la superficie vestibular mandibular y una paralela a la dirección de emergencia del nervio mentoniano, en los cortes transversales, fue considerado como el ángulo de salida.

Tabla 6. Características morfométricas de los forámenes mentonianos (FM) y forámenes mentonianos accesorios (FMA) analizadas en las tomografías computarizadas de haz cónico (CBCTs).

Cortes transversales de CBCTs	
Distancia FM-BSM	Distancia desde la cresta alveolar al borde superior del FM (Fig. 19)
Distancia FM-BIM	Distancia desde el borde inferior del foramen mentoniano al borde inferior mandibular (Fig. 19)
Ángulo de emergencia FM	Ángulo formado por la intersección entre la tangente a la superficie vestibular mandibular y una paralela a la dirección de emergencia del nervio mentoniano (Fig. 19)
Distancia VM	Distancia vertical mandibular, calculada según la fórmula $VM=FM-BSM+FM-BIM$
Ratio FM-BSM/VM	Relación entre la distancia FM-BSM y la distancia VM
Distancia FMA-BSM	Distancia desde la cresta alveolar al borde superior del foramen mentoniano accesorio (Fig. 19)
Distancia FMA-BIM	Distancia desde el borde inferior del FMA al borde inferior mandibular (Fig. 19)
Cortes sagitales de CBCTs	
Diámetro largo FM	Diámetro mayor del foramen mentoniano (a) (Fig. 20)
Diámetro corto FM	Diámetro menor del foramen mentoniano (b) (Fig. 20)
Área FM	Área del FM. Calculada mediante la fórmula del área oval: $A=\frac{ab\pi}{4}$
Diámetro largo FMA	Diámetro mayor del foramen mentoniano accesorio (c) (Fig. 20)
Diámetro corto FMA	Diámetro menor del foramen mentoniano accesorio (d) (Fig. 20)
Área FMA	Área del foramen mentoniano accesorio. Calculada mediante la fórmula de área oval: $A'=\frac{cd\pi}{4}$
Posición FM-FMA	Posición del foramen mentoniano accesorio en relación con el foramen mentoniano: posterior, postesuroperior, posterior, posteroinferior, inferior, anteroinferior, anterior y anterosuperior
Distancia FM-FMA	Distancia entre FM y FMA. Calculada mediante la fórmula de la hipotenusa: $L=\sqrt{e^2+f^2}$; (e) distancia más corta en sentido vertical entre FM y FMA, (f) distancia más corta en sentido horizontal entre FM y FMA (Fig. 20)

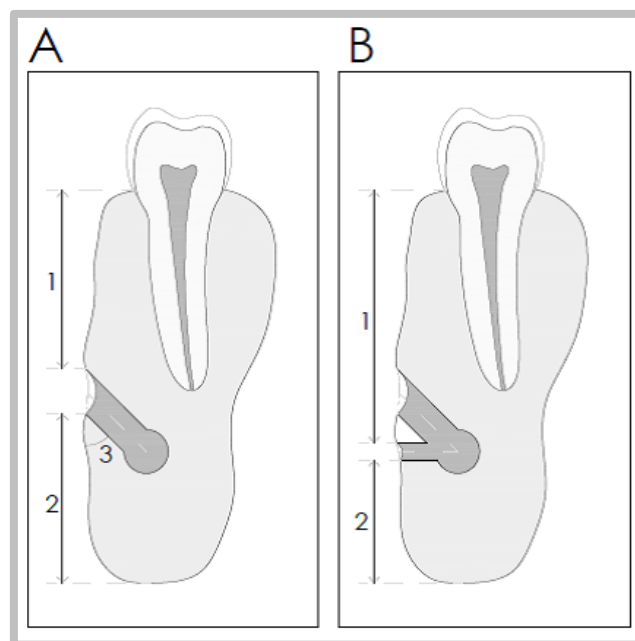


Figura 19. Parámetros registrados en los cortes transversales de tomografía computarizada de haz cónico. (A) 1. Distancia desde la cresta alveolar al borde superior del foramen mentoniano (distancia FM-BSM); 2. Distancia desde el borde inferior del foramen mentoniano al borde inferior mandibular (distancia FM-BIM); 3. Ángulo de emergencia del nervio mentoniano; (B) 1. Distancia desde la cresta alveolar al borde superior del foramen mentoniano accesorio (distancia FMA-BSM); 2. Distancia desde el borde inferior del foramen mentoniano accesorio al borde inferior mandibular (distancia FMA-BIM).

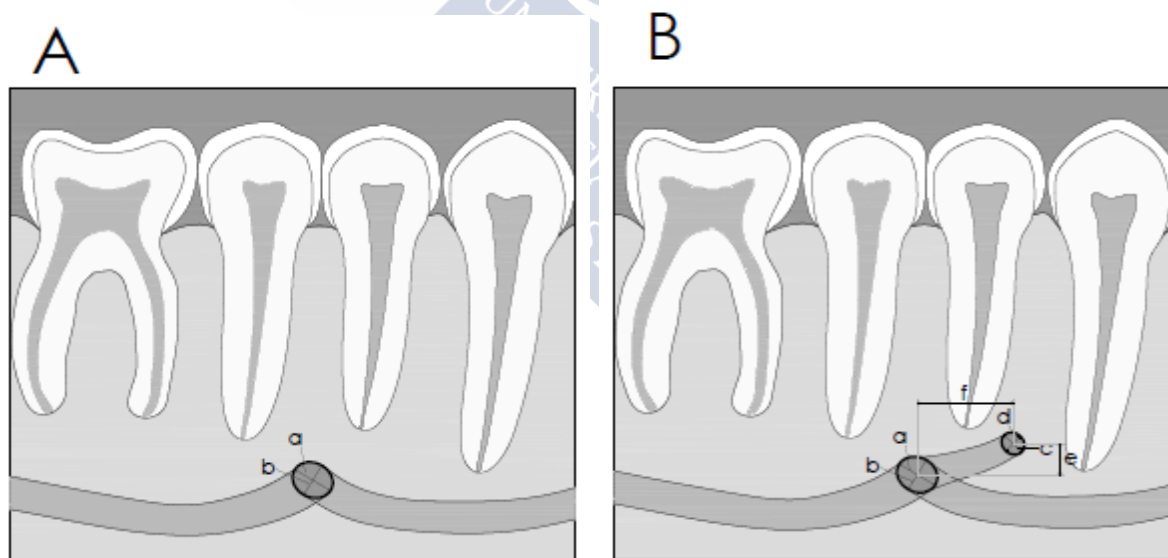


Figura 20. Características morfométricas de los forámenes mentonianos (FM) y forámenes mentonianos accesorios (FMA) analizadas en cortes sagitales de tomografías computarizadas de haz cónico, a) diámetro mayor FM, b) diámetro menor FM, c) diámetro mayor FMA, d) diámetro menor FMA, e) distancia vertical entre FM y FMA, e) distancia horizontal entre FM y FMA.

El tipo de emergencia del foramen mentoniano fue clasificado en 4 tipos: 1) superior (aquellos casos en los que el ángulo de salida del foramen mentoniano analizado en cortes

transversales de CBCT fue inferior a 65°), 2) anterior, 3) directa y 4) posterior (estos 3 tipos últimos son resultantes del análisis de la dirección de emergencia del foramen mentoniano en cortes axiales de CBCT, en aquellos casos en los que el ángulo de emergencia en cortes transversales fue igual o superior a 65°) (Fig. 21).

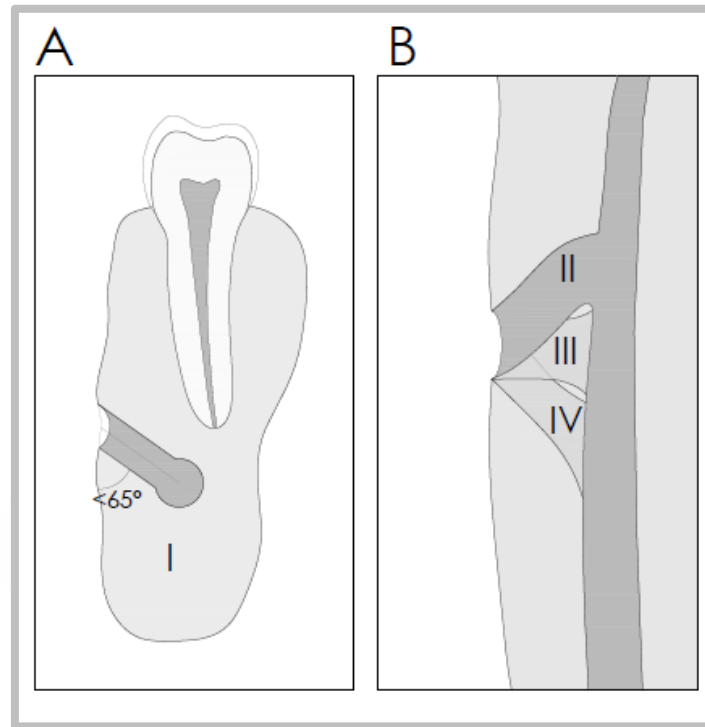


Figura 21. Clasificación del tipo de emergencia del foramen mentoniano. A) Tipo I: emergencia superior (ángulo de salida $< 65^\circ$ en el corte transversal), B) Tipos II, III y IV: emergencia posterior, directa y anterior, respectivamente (dirección de emergencia anteroposterior en cortes axiales de CBCT en aquellos casos con ángulo de salida $\geq 65^\circ$ en el corte transversal)

La calidad ósea fue determinada según la clasificación de Lekholm & Zarb¹²⁰, y el MCI de Klemetti y cols.¹²¹. Basándose en la apariencia radiológica la calidad ósea fue clasificada según Lekholm & Zarb¹²⁰ en cuatro categorías (Fig. 22):

- Tipo 1: casi todo el hueso se compone de hueso compacto homogéneo.
- Tipo 2: una gruesa capa de hueso compacto rodea un núcleo de hueso trabecular denso.
- Tipo 3: una delgada capa de hueso compacto rodea un núcleo de hueso trabecular denso.
- Tipo 4: una delgada capa de hueso cortical rodea un núcleo de hueso trabecular de baja densidad y escasa resistencia.

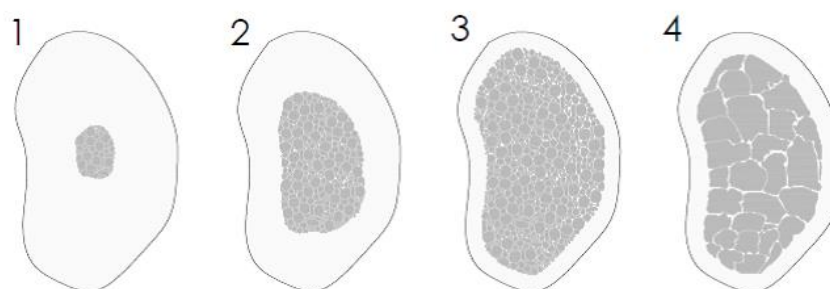


Figura 22. Clasificación de la calidad ósea de Lekholm & Zarb¹²⁰.

El MCI de Klemetti y cols.¹²¹ analiza la cortical mandibular inferior, distal al foramen mentoniano, dividiéndola en tres tipos de calidad. En el presente estudio hemos valorado la cortical mandibular en cortes transversales de CBCT a nivel del foramen mentoniano, según las categorías propuestas por Klemetti y cols.¹²¹ (Fig. 23):

- C1: el margen endosteal de la cortical es uniforme y nítido en ambas partes.
- C2: el margen endosteal muestra defectos semilunares (reabsorción lacunar) y se asemejan a residuos corticales endostiales (una a tres capas) en una o ambas partes.
- C3: las capas de cortical forman abundantes residuos endostiales, es claramente porosa.

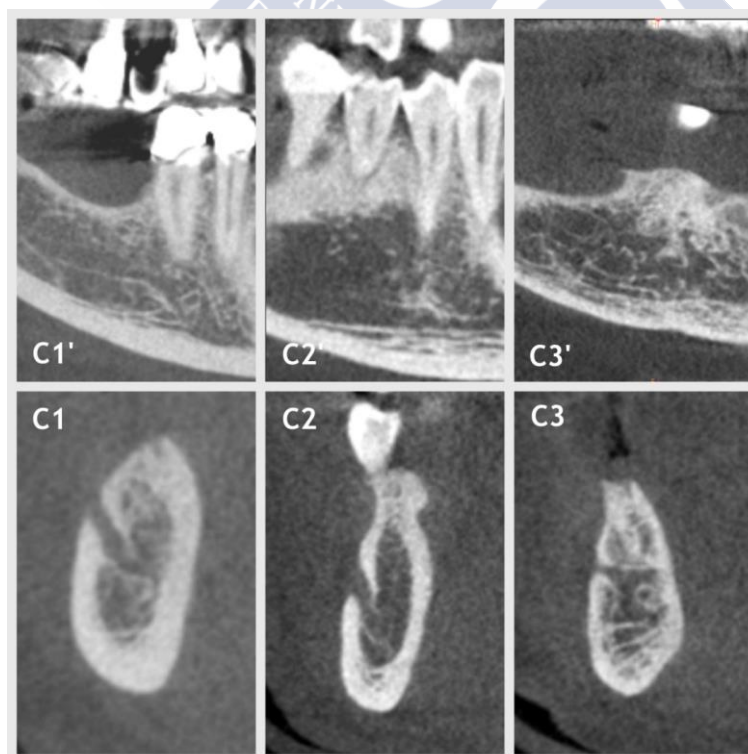


Figura 23. Índice Cortical Mandibular de Klemetti y cols.¹²¹, reconstrucciones sagitales (C1', C2' y C3'). Modificación del Índice Cortical Mandibular de Klemetti y cols.¹²¹, reconstrucciones transversales (C1, C2 y C3).

El estado dental se clasificó en tres grupos, de acuerdo al número de dientes remanentes mandibulares: dentados (≥ 6 dientes), parcialmente desdentados (< 6 dientes) y desdentados (0 dientes remanentes).

Un foramen mentoniano accesorio se definió como un foramen bucal con continuidad con el conducto dentario inferior, con exclusión del foramen mentoniano. El foramen mentoniano accesorio se discriminó del foramen mentoniano por su menor diámetro. La tabla 6 muestra las características morfométricas de los forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios analizadas en las reconstrucciones de CBCTs.

Las mediciones fueron realizadas por un único investigador experimentado bajo condiciones constantes (habitación con iluminación tenue y un monitor de 15,6 pulgadas). La variabilidad intraobservador fue analizada con una nueva medición de las imágenes CBCTs un mes después de seleccionar aleatoriamente a 40 pacientes.

4.4.3 Selección de imágenes para comparación entre tomografía computarizada de haz cónico y ortopantomografía

4.4.3.1 Canales mandibulares bífidos y forámenes retromolares

Las reconstrucciones para-panorámicas de CBCTs de 1,5 mm de espesor obtenidas mediante i-CAT Vision y las ortopantomografías obtenidas mediante el sistema Sidexis® next Generation, fueron importadas a un software de procesamiento y evaluación de imágenes (Photoshop® v. 7.0; Adobe® Systems Incorporated, California, USA). Utilizando las imágenes para-panorámicas de la CBCT como referencia, dos observadores conjuntamente analizaron las ortopantomografías para determinar la visibilidad de los CMs bífidos y forámenes retromolares.

4.4.3.2 Forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios

Las reconstrucciones para-panorámicas de CBCT, de 1,5 mm de espesor, obtenidas mediante el programa informático Carestream® CS 3D y las ortopantomografías obtenidas mediante el sistema Sidexis® neXt Generation, fueron importadas a un programa informático de procesamiento y evaluación de imágenes (Photoshop 7.0; Adobe Systems). Las imágenes obtenidas fueron evaluadas conjuntamente por dos observadores centrándose en una doble

función. En primer lugar, analizar la presencia del foramen mentoniano en las ortopantomografías y clasificar su aspecto atendiendo a cuatro categorías, según la clasificación de Yosue & Brooks¹³⁸ (Fig. 24):

1. El foramen mentoniano presenta una continuidad con el conducto mandibular.
2. El foramen aparece separado del conducto mandibular.
3. La apariencia del foramen mentoniano es difusa, con bordes poco definidos.
4. El foramen mentoniano no es identificado. Esta categoría se consideró como el grupo de no visualización del foramen mentoniano.

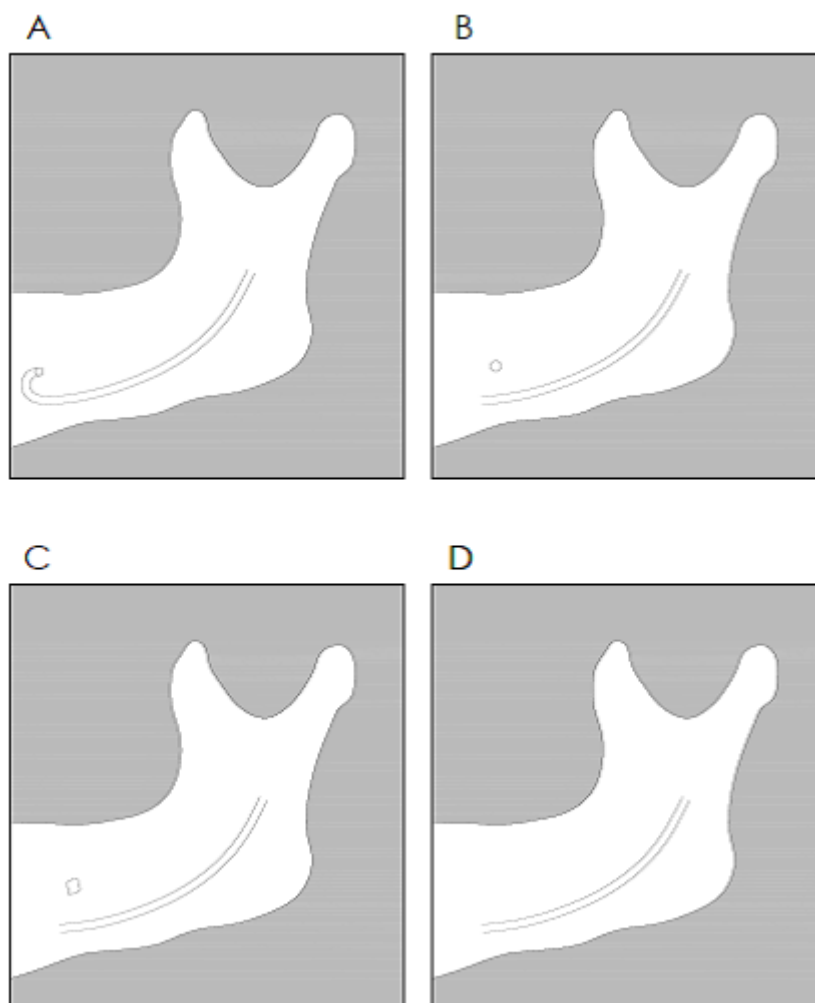


Figura 24. Clasificación del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías. Continuo (A), separado (B), difuso (C) y no identificado (D)

Los observadores analizaron conjuntamente la visibilidad de los forámenes accesorios mentonianos en las imágenes obtenidas mediante ortopantomografía. Para este propósito, se

utilizó como referencia la localización de los forámenes mentonianos accesorios en las reconstrucciones para-panorámicas de los escáneres CBCTs.

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó mediante el programa informático SPSS versión 21.0 para Windows (IBM Corporation, Nueva York, EE.UU).

4.5.1 Estadística descriptiva

La primera parte del análisis estadístico realizado comprende la descripción de los datos. Las variables cuantitativas se expresaron en forma de los índices estadísticos descriptivos de media y desviación estándar. Las variables cualitativas se describieron mediante las correspondientes distribuciones de frecuencias. La variabilidad intraobservador fue analizada mediante el coeficiente de correlación intraclase en el caso de variables cuantitativas y el índice kappa en el caso de las variables cualitativas. El estudio comparativo de la distribución por sexos y grupos de edad entre los diferentes grupos de estudio se realizó mediante el test Chi-cuadrado de Pearson (χ^2).

4.5.2 Estadística inferencial

El estudio comparativo de las características morfológicas de los CMs bífidos, según el género y los grupos de edad, fue realizado mediante la prueba *t de Student* para valores independientes. El estudio comparativo de las características morfológicas de los diferentes tipos de CMs bífidos se realizó mediante el análisis de la varianza de un factor (ANOVA) y el test de comparaciones múltiples post-hoc de Tukey. El análisis comparativo de las características de los CMs bífidos y forámenes retromolares atendiendo a su visibilidad en ortopantomografías se llevó a cabo con la prueba U de Mann-Whitney.

El estudio comparativo de las características morfológicas de los forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios, según el género y los grupos de edad, fue realizado mediante la prueba *t de Student* para valores independientes. El estudio comparativo de las características morfológicas de los forámenes mentonianos, en relación al estado dental, se

realizó mediante el análisis de la varianza de un factor (ANOVA) y el test de comparaciones múltiples post-hoc de Bonferroni.

La hipótesis nula es la independencia de variables y un nivel de significación $\alpha = 0,05$, es decir, analizamos los estadísticos a un nivel de confianza del 95 %. Rechazar la hipótesis nula significa rechazar la independencia de variables, y considerar la existencia de relación entre las mismas.

La regresión logística se incluye dentro de las técnicas de predicción o dependencia. Analiza el comportamiento de una variable dependiente a partir de una serie de variables independientes. Es una herramienta estadística eficiente tanto para controlar el efecto producido en el resultado por los factores que no son de interés y que pueden enmascarar el efecto de la variable objeto del estudio, como para determinar la influencia de cada uno y cuantificarla. Esta técnica nos permite estimar una ecuación para calcular la probabilidad de aparición de un suceso en función de los valores observados para las variables independientes y de los coeficientes estimados. Es decir, intenta identificar el efecto de las variables independientes sobre la visibilidad (visible o no) de las estructuras anatómicas.

La odds ratio o coeficiente de ventajas, se define como el coeficiente entre la odds o ventaja de probabilidad de ocurrencia de un suceso para un determinado valor de la variable, y la odds para otro valor de la misma. Indica cuánto es más probable (o improbable) que ocurra el suceso que se analiza entre los individuos que presentan cada categoría de la variable independiente. En el caso de variables cuantitativas representa la probabilidad del evento predicho que tiene un individuo con un valor “x” frente a la probabilidad que tiene un individuo con valor “x-1”.

El efecto de las características anatómicas de los CMs bífidos y forámenes retromolares en su visibilidad en ortopantomografías, así como el efecto de la calidad ósea y las características anatómicas de los forámenes mentonianos y los forámenes mentonianos accesorios en la visibilidad de los forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías, fue analizado mediante regresión logística binaria, controlada para posibles variables de confusión.

Con la intención de poner a prueba posibles modelos explicativos de las características morfométricas del foramen mentoniano, se llevaron a cabo diferentes análisis de regresión logística binaria. Para ello se siguió una estrategia de “Grupos Polares”, maximizando de esta forma la variabilidad de los sujetos de la muestra, aumentando así la capacidad explicativa de

los modelos. En concreto, para cada variable dependiente se calcularon sus percentiles y, a partir de ahí, se establecieron tres grupos: un primer grupo de puntuaciones bajas (desde el mínimo al percentil 33), un segundo grupo de puntuaciones intermedias (desde el percentil 33 hasta el percentil 66) y un tercer grupo de puntuaciones altas (desde el percentil 66 hasta el valor máximo observado). Para el análisis se utilizaron únicamente los dos grupos extremos disponiendo, de este modo, de una variable dicotomizada.

Para la construcción de los modelos se comenzó con el análisis simple de cada variable. Aquellas variables que mostraron una relación estadísticamente significativa a nivel bivariado, fueron seleccionadas como candidatas a ser incluidas en los modelos de regresión. Una vez obtenido un modelo, se eliminaron las variables que no contribuían al mismo. El objetivo fue escoger, finalmente, el modelo de mayor verosimilitud.

Se ha realizado un estudio de regresión lineal simple con el objetivo de analizar la relación entre la posición del foramen mentoniano y la edad en pacientes completamente dentados.





5. RESULTADOS





5 RESULTADOS

5.1 VARIABLES ANATÓMICAS DEL CONDUCTO DENTARIO INFERIOR: CANALES MANDIBULARES BÍFIDOS Y FORÁMENES RETROMOLARES

De la muestra general (1551 CBCTs), se incluyeron un total de 225 pacientes en el presente estudio, 135 mujeres (60%) y 90 varones (40%), con una edad media de 43,87 años (rango = 13 a 79 años). Un total de 668 CBCTs no cumplieron el primer criterio de inclusión, 650 pacientes no habían realizado ortopantomografías, o bien el tiempo transcurrido entre ambas pruebas radiológicas era superior al año, 3 CBCTs fueron excluidos por presentar patologías (un paciente mostraba lesiones compatibles con querubismo, otro paciente tenía múltiples inclusiones dentarias y un tercero presentaba una lesión radiopaca inespecífica) y 5 CBCTs no presentaban la adecuada calidad para el diagnóstico.

5.1.1 Canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico

Los CMs bífidos se observaron en 83 CBCTs (36,88%), de los 225 que conformaron el estudio. De estos 83 CBCTs, 44 son varones (53,01%) y 39 mujeres (46,98%) (Fig. 25). El análisis según los lados indica que 103 lados (22,88%) presentan CMs bífidos, de un total de 450 lados analizados. De los 83 pacientes con CMs bífidos, 39 pacientes (21 varones y 18 mujeres) presentan una localización unilateral en la hemimandíbula derecha, 24 pacientes (12 varones y 12 mujeres) muestran una localización en la hemimandíbula izquierda y 20 pacientes (10 varones y 10 mujeres) presentan una localización bilateral.

Un total de 95 lados (92,23%) presentan un CM bífido. Se han observado 8 lados (7,76%) con dos CMs bífidos (un lado con un canal lingual y otro dental; otro lado, con un canal lingual y otro anterior; cuatro lados con dos canales retromolares; un lado con un canal anterior y otro retromolar; y un lado con dos canales dentales). En total se han identificado 111 CMs bífidos. Los resultados de acuerdo al tipo de bifurcación se muestran en la tabla 7, (Fig. 26).

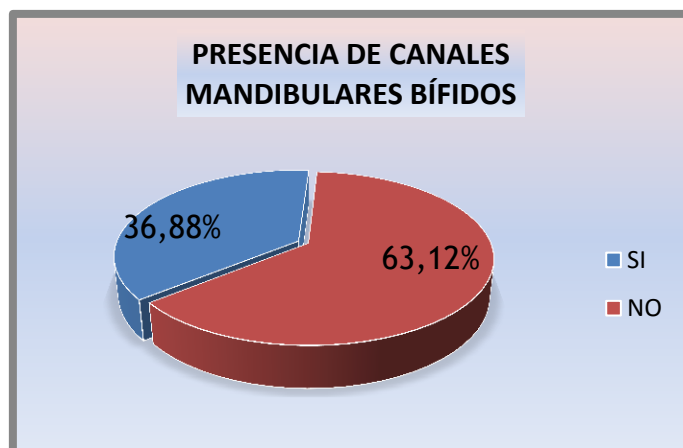


Figura 25. Prevalencia de canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico.

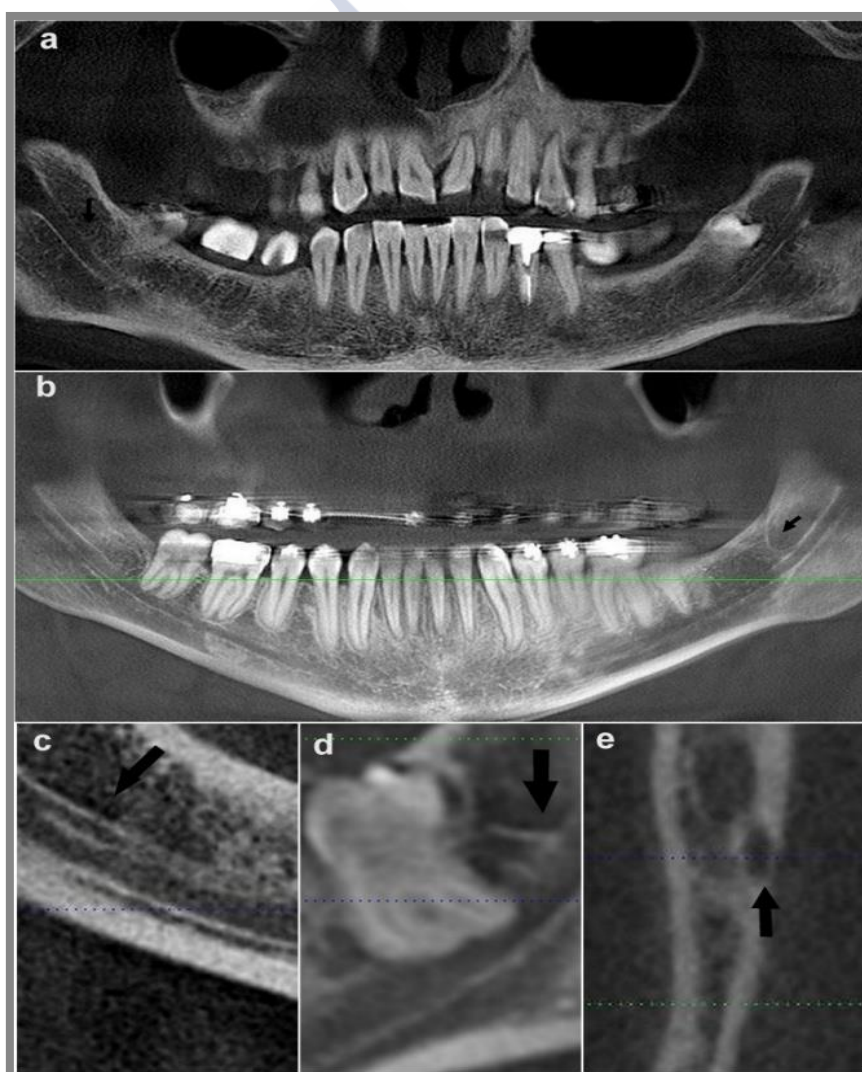


Figura 26. Canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico: (a) canal superior en el cuerpo mandibular derecho en una reconstrucción para-panorámica: espesor del corte de 1,5 mm; (b) canal retromolar en la zona retromolar izquierda en una reconstrucción para-panorámica: espesor del corte de 1,5 mm; (c) canal anterior en una reconstrucción sagital; (d) canal dental en una reconstrucción sagital; (e) canal lingual en la rama mandibular izquierda en dirección hacia la cortical lingual en una reconstrucción transversal.

Tabla 7. Frecuencia de aparición de canales mandibulares bifidos en tomografía computarizada de haz cónico.

TIPO DE CANAL MANDIBULAR BÍFIDO	Nº DE CANALES N (%)	PACIENTES TOTALES N (%)	HEMIMANDÍBULAS TOTALES N (%)
CANAL ANTERIOR	43 (38,73)	38 (16,88)	41 (9,11)
CANAL RETROMOLAR	40 (36,03)	27 (12)	35 (7,77)
CANAL DENTAL	19 (17,11)	17 (7,55)	18 (4)
CANAL BUCOLINGUAL	6 (5,40)	6 (2,66)	6 (1,33)
CANAL SUPERIOR	3 (2,70)	3 (1,33)	3 (0,66)

Los CMs bifidos se observan con mayor frecuencia en varones (48,89%) que en mujeres (28,89%) (Fig. 27). Si realizamos el análisis por hemimandíbulas, observamos que los CMs bifidos se encuentran en el 30% de las hemimandíbulas de los varones y en el 18,15% de las hemimandíbulas de las mujeres. La presencia de CMs bifidos es significativamente superior en varones ($p=0,002$), cuando se hace el análisis atendiendo al número de pacientes, y cuando se hace el análisis por hemimandíbulas ($p=0,006$). En la tabla 8 se muestra la distribución de los CMs bifidos atendiendo al género.

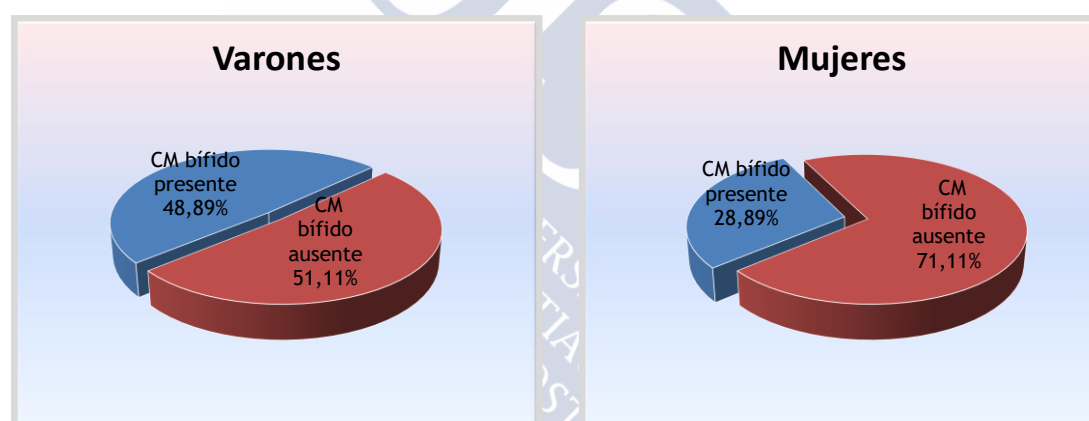


Figura 27. Prevalencia de canales mandibulares (CMs) bifidos según el género, en tomografía computarizada de haz cónico.

Tabla 8. Prevalencia de canales mandibulares (CMs) bifidos en relación al género en tomografía computarizada de haz cónico.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N (%)	p-valor
PACIENTES			
Mujeres (n = 135)	39 ^a (28,88) ^b	96 (71,11)	
Varones (n = 90)	44 (48,88)	46 (51,11)	0,002 ^c
HEMIMANDÍBULAS			
Mujeres (n = 270)	49 (18,14)	221 (81,85)	
Varones (n = 180)	54 (30)	126 (70)	0,006 ^c

^a Número de mujeres con CMs bifidos.

^b Porcentaje de mujeres con CMs bifidos (en la muestra de mujeres).

^c Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Los CMs bífidos se observan en el 39,37% de pacientes con una edad < 50 años y en el 33,67% de pacientes con una edad ≥ 50 años. Si realizamos el análisis por hemimandíbulas, observamos que los CMs bífidos se encuentran en el 23,62% de pacientes con una edad < 50 años y en el 21,93% de pacientes con una edad ≥ 50 años. La presencia de CMs bífidos no muestra diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad, tanto en el análisis según el número de pacientes ($p=0,380$), como según las hemimandíbulas ($p=0,676$), (Tabla 9).

Tabla 9. Prevalencia de canales mandibulares (CMs) bífidos en relación a la edad en tomografía computarizada de haz cónico.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N (%)	p-valor
PACIENTES			
< de 50 años (n = 127)	50 ^a (39,37) ^b	77 (60,63)	
≥ de 50 años (n = 98)	33 (33,67)	65 (66,33)	0,380
HEMIMANDÍBULAS			
< de 50 años (n = 254)	60 (23,62)	194 (76,38)	
≥ de 50 años (n = 196)	43 (21,93)	153 (78,07)	0,676

^a Número de pacientes menores de 50 años con CMs bífidos.

^b Porcentaje de pacientes con CMs bífidos en la población menor de 50 años.

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Los CMs bífidos presentan una altura media de $6,32 \pm 4,11$ mm; una longitud media de $7,14 \pm 3,71$ mm; un diámetro medio de $1,63 \pm 0,73$ mm; y un ángulo medio de $30,68 \pm 23,32^\circ$. La tabla 10 muestra las características morfométricas de los CMs bífidos según el género, la edad y el lado mandibular. No se observan diferencias estadísticamente significativas entre varones y mujeres, entre los grupos de edad, así como entre las hemimandíbulas.

Tabla 10. Características morfométricas de los canales mandibulares bífidos según el género, la edad y el lado mandibular.

	ALTURA (mm)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	ÁNGULO (°)
MUESTRA TOTAL	$6,32 \pm 4,11^a$	$7,14 \pm 3,71^a$	$1,63 \pm 0,73^a$	$30,68 \pm 23,32^a$
GÉNERO				
Varón (n = 57)	$6,95 \pm 4,48$	$7,43 \pm 3,82$	$1,70 \pm 0,67$	$32,66 \pm 21,97$
Mujer (n = 54)	$5,67 \pm 3,63$	$6,85 \pm 3,61$	$1,54 \pm 0,80$	$28,70 \pm 24,65$
	$p=0,101$	$p=0,415$	$p=0,254$	$p=0,380$
EDAD				
< de 50 años (n = 66)	$6,31 \pm 4,08$	$7,24 \pm 3,63$	$1,61 \pm 0,88$	$32,61 \pm 24,37$
≥ de 50 años (n = 45)	$6,33 \pm 4,21$	$6,99 \pm 3,87$	$1,65 \pm 0,63$	$27,97 \pm 21,75$
	$p=0,978$	$p=0,726$	$p=0,781$	$p=0,310$
HEMIMANDÍBULAS				
Derecha (n = 65)	$6,41 \pm 4,30$	$6,67 \pm 3,74$	$1,60 \pm 0,77$	$30,32 \pm 25,07$
Izquierda (n = 46)	$6,17 \pm 3,85$	$7,85 \pm 3,60$	$1,66 \pm 0,69$	$31,23 \pm 20,67$
	$p=0,766$	$p=0,102$	$p=0,678$	$p=0,844$

^a Media ± desviación estándar. Prueba t de Student. Significancia $p \leq 0,05$.

La tabla 11 resume las características morfométricas de los distintos tipos de CMs bífidos. No se observan diferencias estadísticamente significativas en la longitud de los diferentes tipos de CMs bífidos. Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura ($p=0,019$), el diámetro ($p=0,000$) y el ángulo ($p=0,000$). La altura de los CMs bífidos anteriores es significativamente inferior a la altura de los canales retromolares ($p=0,000$) y también significativamente inferior a la altura de los canales bucolinguales ($p=0,000$). La altura de los canales retromolares es estadísticamente superior a la altura de los canales dentales ($p=0,000$). Además, se han observado diferencias estadísticamente significativas entre la altura de los canales dentales y bucolinguales ($p=0,000$). También se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los canales bucolinguales y superiores ($p=0,013$). Con respecto al diámetro, existen diferencias estadísticamente significativas entre el diámetro de los canales dentales y los canales superiores ($p=0,035$). Con respecto al ángulo de bifurcación, en los canales anteriores este ángulo es significativamente inferior en comparación al ángulo de los canales retromolares ($p=0,005$) y también significativamente inferior a los canales superiores ($p=0,005$). El ángulo de los canales retromolares es significativamente superior al ángulo de los canales bucolinguales ($p=0,036$). Asimismo, el ángulo de los canales superiores es significativamente superior al ángulo de los canales bucolinguales ($p=0,004$).

Tabla 11. Características morfométricas de los distintos tipos canales mandibulares (CMs) bífidos.

	ALTURA (mm)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	ÁNGULO (°)
MUESTRA TOTAL	$6,32 \pm 4,11^a$	$7,14 \pm 3,71^a$	$1,63 \pm 0,73^a$	$30,68 \pm 23,32^a$
TIPO DE CM BÍFIDO				
Anterior (n = 43)	$5,02 \pm 3,75$	$7,49 \pm 4,18$	$1,50 \pm 0,42$	$22,05 \pm 18,76$
Retromolar (n= 38)	$8,44 \pm 3,44$	$6,94 \pm 2,83$	$1,61 \pm 0,68$	$39,02 \pm 24,6$
Dental (n = 19)	$3,21 \pm 1,71$	$6,30 \pm 4,10$	$2,05 \pm 1,15$	$35,20 \pm 20,50$
Bucolingual (n = 6)	$12,30 \pm 4,64$	$10,11 \pm 3,72$	$1,52 \pm 0,71$	$12 \pm 15,11$
Superior (n = 3)	$4,51 \pm 0,78$	$4,65 \pm 1,91$	$0,75 \pm 0,21$	$66,83 \pm 21,51$
	$p=0,019^b$	$p=0,154$	$p=0,000^b$	$p=0,000^b$

^a Media \pm desviación estándar.

^b ANOVA de un factor. Significancia $p \leq 0,05$.

El diámetro óseo medio, a nivel de la bifurcación del CM bífido, es de $8,3 \pm 1,6$ mm. No se observan diferencias estadísticamente significativas en el tamaño óseo en función del género ($p=0,728$), y los grupos de edad ($p=0,822$). El tamaño óseo presenta diferencias estadísticamente significativas en función del lado mandibular. Así, la hemimandíbula derecha presenta un

diámetro óseo significativamente mayor en comparación con la hemimandíbula izquierda ($p=0,005$).

El diámetro medio del conducto dentario inferior a nivel de la bifurcación del CM bífido es de $5,5 \pm 1,5$ mm. No se observan diferencias estadísticamente significativas en el diámetro del conducto dentario inferior en función del género ($p=0,130$), y los grupos de edad ($p=0,113$). El diámetro del conducto dentario inferior es superior en la hemimandíbula derecha. Este diámetro no presenta diferencias estadísticamente significativas en función del lado mandibular ($p=0,213$) (Tabla 12).

Tabla 12. Anchura mandibular y diámetro del conducto dentario inferior según el género, edad y lado mandibular.

	ANCHURA MANDIBULAR (mm)	DIÁMETRO CONDUCTO DENTARIO (mm)
MUESTRA TOTAL	$8,3 \pm 1,6^a$	$5,5 \pm 1,5^a$
GÉNERO		
Varones (n = 57)	$8,2 \pm 1,7$	$5,7 \pm 1,6$
Mujeres (n = 54)	$8,3 \pm 1,4$	$5,3 \pm 1,3$
	$p=0,728$	$p=0,130$
EDAD		
< de 50 años (n = 66)	$8,2 \pm 1,6$	$5,3 \pm 1,4$
\geq de 50 años (n = 45)	$8,3 \pm 1,7$	$5,8 \pm 1,5$
	$p=0,822$	$p=0,113$
HEMIMANDÍBULA		
Derecha (n = 65)	$8,6 \pm 1,6$	$5,7 \pm 1,4$
Izquierda (n = 46)	$7,7 \pm 1,5$	$5,3 \pm 1,5$
	$p=0,005^*$	$p=0,213$

^a Media \pm desviación estándar.

*Prueba t de Student. Significancia $p \leq 0,05$.

5.1.2 Canales mandibulares bífidos en ortopantomografías

Un total de 42 CMs bífidos se han identificado en 38 de las 225 ortopantomografías (20 varones y 18 mujeres con edades comprendidas entre 15 y 71 años; 16,88% de la muestra) y 42 lados (9,33%) de los 450 totales (Fig. 28). Un total de 17 pacientes (9 varones y 8 mujeres) presentan los CMs bífidos en la hemimandíbula derecha y 17 pacientes (9 varones y 8 mujeres) en la hemimandíbula izquierda, mientras que 4 pacientes (2 varones y 2 mujeres) presentan CMs bífidos bilaterales. No se han encontrado canales múltiples en ninguna hemimandíbula. Los CMs bífidos se observan con mayor frecuencia en varones (21,11%) que en mujeres (14,07%) atendiendo al análisis por pacientes, y atendiendo al análisis según las hemimandíbulas también es superior en varones (12,22%) que en mujeres (7,40%). Sin embargo, no hay diferencias en la presencia de CMs bífidos entre varones y mujeres (Tabla 13).

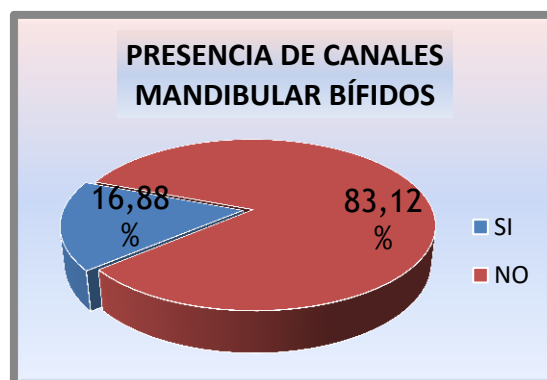


Figura 28. Prevalencia de canales mandibulares bífidos en ortopantomografías.

Tabla 13. Prevalencia de canales mandibulares (CMs) bífidos en relación al género en ortopantomografías.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N (%)	p-valor
PACIENTES			
Mujeres (n = 135)	19 ^a (14,07) ^b	116 (85,92)	
Varones (n = 90)	19 (21,11)	71 (78,88)	0,168
HEMIMANDÍBULAS			
Mujeres (n = 270)	20 (7,40)	250 (92,59)	
Varones (n = 180)	22 (12,22)	158(87,78)	0,085

^a Número de mujeres con CMs bífidos.^b Porcentaje de mujeres con CMs bífidos (en la muestra de mujeres).Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

La tabla 14 muestra la distribución de la frecuencia de los CMs bífidos en ortopantomografías según la edad. No se han observado diferencias estadísticamente significativas en la presencia de CMs bífidos en los grupos de edad, tanto en pacientes ($p=0,578$) como en hemimandíbulas ($p=0,454$). Un total de 42 CMs bífidos de los 111 totales identificados mediante CBCTs se han visualizado en ortopantomografías (Fig. 29). Esto representa un porcentaje de identificación en ortopantomografías del 37,83%, de los CMs bífidos detectados mediante CBCTs.

Tabla 14. Prevalencia de canales mandibulares (CMs) bífidos en relación a la edad en ortopantomografías.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N(%)	p-valor
PACIENTES			
< de 50 años (n = 127)	23 ^a (18,11) ^b	104 (81,88)	
≥ de 50 años (n = 98)	15 (15,30)	83 (84,69)	0,578
HEMIMANDÍBULAS			
< de 50 años (n = 254)	26 (10,23)	228 (89,76)	
≥ de 50 años (n = 196)	16 (8,16)	180(91,83)	0,454

^a Número de pacientes menores de 50 años con CMs bífidos.^b Porcentaje de pacientes con CMs bífidos en la población menor de 50 años.Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

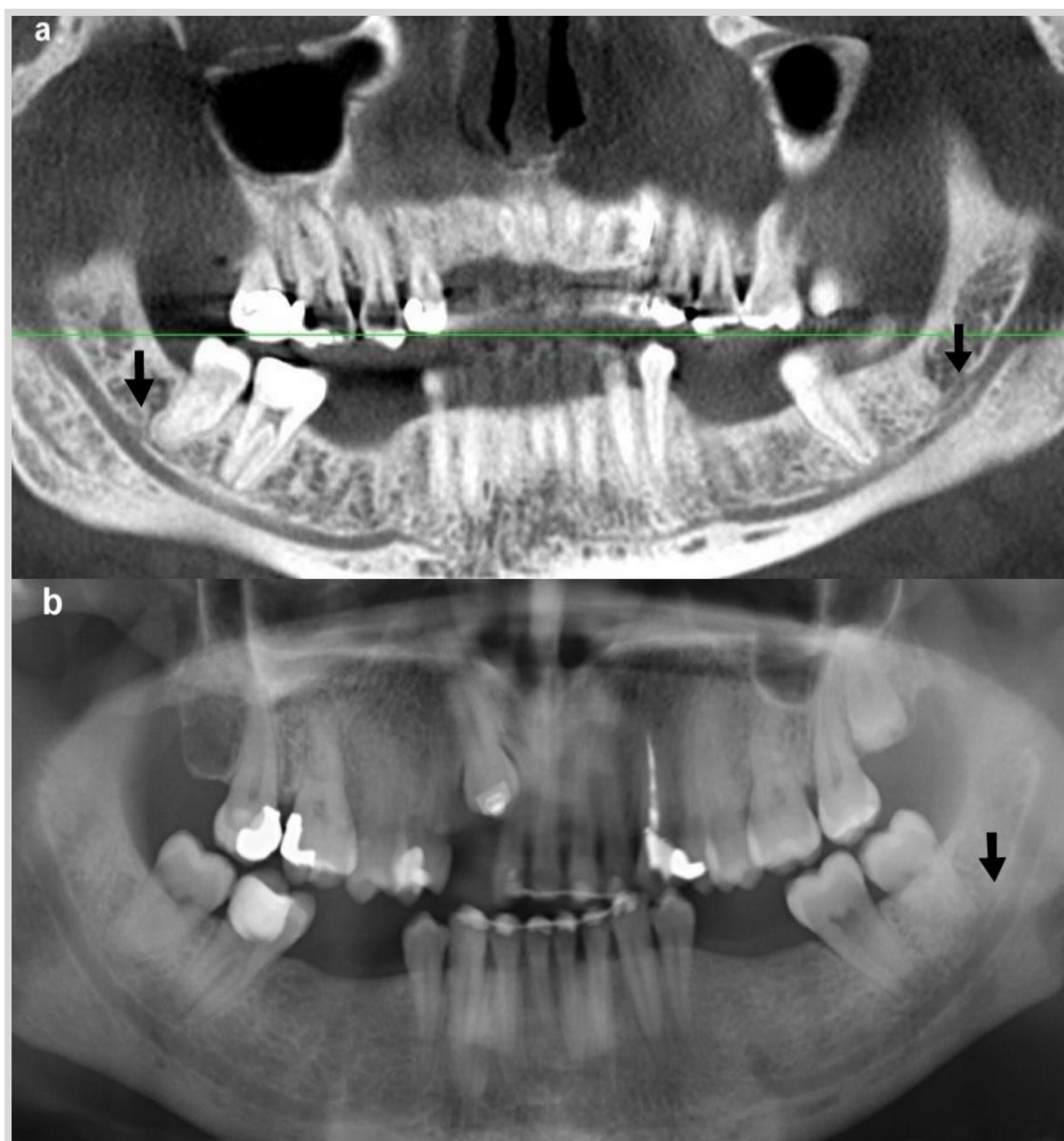


Figura 29. (a) Canal mandibular (CM) bífido dental y CM bífido anterior en una reconstrucción para-panorámica de tomografía computarizada de haz cónico. (b) Ortopantomografía correspondiente al mismo paciente. No se puede identificar el trayecto del canal dental dirigido hacia el diente 48.

En la tabla 15 se muestra el análisis descriptivo de la visibilidad de los CMs bífidos en las ortopantomografías. En la tabla 16 se muestran las características morfométricas de los CMs bífidos y el hueso, atendiendo a su visibilidad en las ortopantomografías. La altura media de los CMs bífidos según su visualización es de $7,48 \pm 4,16$ mm, cuando se identifican en la ortopantomografía, y de $5,61 \pm 3,95$ mm cuando no se identifican. Los CMs identificados han tenido una altura significativamente superior que los CMs no identificados ($p=0,014$). El

diámetro medio de los CMs bífidos según su visualización es de $1,81 \pm 0,68$ mm, cuando se identifican en la ortopantomografía, y de $1,51 \pm 0,75$ mm, cuando no se identifican. Los CMs bífidos identificados han tenido un diámetro significativamente superior que los CMs bífidos no identificados ($p=0,004$). La longitud media de los CMs bífidos según su visualización es de $7,40 \pm 3,11$ mm, cuando se identifican en la ortopantomografía, y de $6,98 \pm 4,05$ mm cuando no se identifican. No se observan diferencias estadísticamente significativas en la longitud de los CMs bífidos atendiendo a su visualización ($p=0,194$). El ángulo medio de los CMs bífidos según su visualización es de $30,65 \pm 24,24^\circ$, cuando se identifican en la ortopantomografía, y de $30,70 \pm 22,93^\circ$ cuando no se identifican. No se observan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,944$).

Cuando se analiza el ancho del cuerpo mandibular, atendiendo a la visualización de los CMs bífidos, observamos que aquellos CMs bífidos que son identificados en la ortopantomografía se localizan en ramas mandibulares que presentan un ancho óseo medio de $7,81 \pm 1,66$ mm, mientras que cuando no se identifican en la ortopantomografía el ancho medio de la rama es de $8,49 \pm 1,54$ mm. Se han observado diferencias estadísticamente significativas ($p=0,049$).

Cuando se analiza cómo influye el diámetro medio del conducto dentario inferior en la visualización de los CM bífidos, se observa que aquellos CMs bífidos que son identificados en ortopantomografías se originan de conductos dentarios inferiores que presentan un diámetro medio de $5,79 \pm 1,62$ mm, mientras que cuando no se identifican en la ortopantomografía el diámetro medio del conducto dentario inferior es de $5,42 \text{ mm} \pm 1,37$ mm. No se observan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,411$).

Tabla 15. Análisis descriptivo de la visibilidad de los canales mandibulares (CMs) bífidos en las ortopantomografías (OPGs).

	VISUALIZACIÓN N (%)	NO VISUALIZACIÓN N(%)
MUESTRA TOTAL	42 (37,83) ^a	69 (62,16)
TIPO DE CM BÍFIDO		
Anterior (n = 43)	15 (34,88)	28 (65,12)
Dental (n = 19)	6 (31,58)	13 (68,42)
Superior (n = 3)	0 (0)	3 (100)
Lingual (n = 6)	1 (16,67)	5 (83,33)
Retromolar (n = 40)	20 (50)	20 (50)

^a Número y porcentaje de CMs bífidos visualizados en OPGs.

Tabla 16. Características morfométricas de los canales mandibulares (CMs) bífidos, anchura mandibular y diámetro del conducto dentario inferior según la visualización de los CMs bífidos en ortopantomografías.

	RANGO (mm, °)	MEDIA (mm, °)	SD (mm, °)
ALTURA CM BÍFIDO			
Visualización (n = 42)	1,5 - 19,5	7,48 ^a	4,16
No visualización (n = 69)	0 - 16,5	5,61 ^a	3,95
LONGITUD CM BÍFIDO			
Visualización (n = 42)	2,2 - 16,2	7,40	3,11
No visualización (n = 69)	2,1 - 20,4	6,98	4,05
DIÁMETRO CM BÍFIDO			
Visualización (n = 42)	0,7 - 4,0	1,81 ^b	0,68
No visualización (n = 69)	0,5 - 5,5	1,51 ^b	0,75
ÁNGULO CM BÍFIDO			
Visualización (n = 42)	0 - 84,0	30,65	24,24
No visualización (n = 69)	0 - 85,0	30,70	22,93
ANCHURA MANDIBULAR			
Visualización (n = 42)	3,7 - 11,5	7,81 ^c	1,66
No visualización (n = 69)	5,2 - 12,3	8,49 ^c	1,54
DIÁMETRO CONDUCTO DENTARIO INFERIOR			
Visualización (n = 42)	3,6 - 10,0	5,79	1,62
No visualización (n = 69)	2,7 - 8,5	5,42	1,37

^{a,b,c} Test U Mann-Whitney. Significancia $p \leq 0,05$.

En el modelo de regresión logística binaria se han incluido las siguientes variables: las características morfométricas de los CMs bífidos, la anchura del hueso mandibular, el género y la edad. De todas estas variables solo el diámetro de los CMs bífidos, resultaron ser factores que influyeron significativamente en la capacidad de visualización de los CMs bífidos en ortopantomografías ($B=0,791$, $p=0,035$) (Tabla 17).

Tabla 17. Efecto de la edad, el género, anchura mandibular y las características morfométricas de los canales mandibulares (CMs) bífidos en su visualización en ortopantomografías.

	B	ES	p-valor	OR	IC 95%	
					Inferior	Superior
EDAD	-0,005	0,014	0,747	0,995	0,968	1,024
GÉNERO	-0,207	0,450	0,645	0,813	0,336	1,963
ANCHURA MANDIBULAR	-0,221	0,141	0,119	0,802	0,608	1,058
ALTURA DEL CM BÍFIDO	0,064	0,057	0,187	1,079	0,964	1,207
LONGITUD DEL CM BÍFIDO	-0,010	0,068	0,888	0,990	0,867	1,131
DIÁMETRO DEL CM BÍFIDO	0,791	0,374	0,035*	2,205	1,059	4,592
ÁNGULO DEL CM BÍFIDO	0,000	0,011	0,965	1,000	0,978	1,022

ES. Error estándar.

OR. Odds Ratio.

IC. Intervalo de confianza.

* Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

5.1.3 Forámenes retromolares en tomografía computarizada de haz cónico

Los forámenes retromolares se observan en 28 CBCTs (12,44%) de los 225 que conforman el estudio (Fig.30 y Fig. 31). De estos 28 CBCTs, 15 son varones (53,57%) y 13 mujeres (46,42%). El análisis según los lados indica que 40 hemimandíbulas (8,88%), del total de las 450 analizadas, presentan forámenes retromolares. Un total de 16 pacientes presentan una localización unilateral, (9 varones y 7 mujeres), mientras que 12 pacientes (6 varones y 6 mujeres) presentan una localización bilateral.

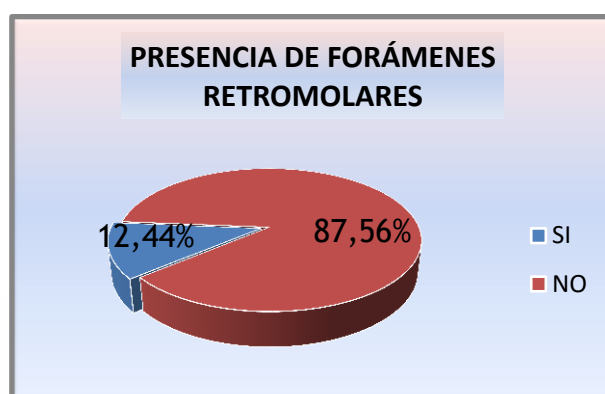


Figura 30. Prevalencia de forámenes retromolares en tomografía computarizada de haz cónico.

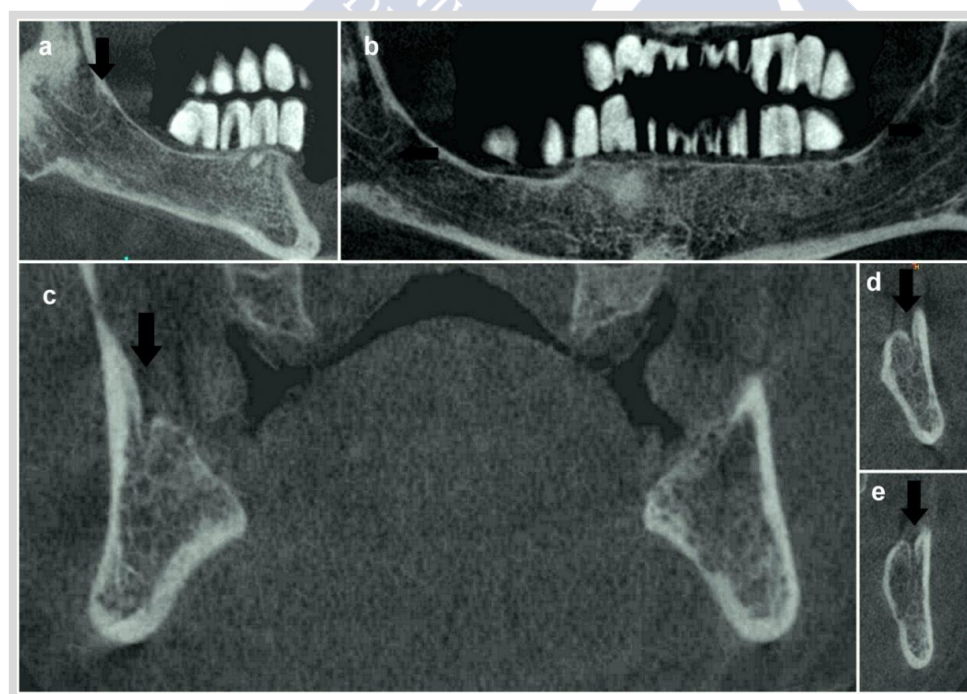


Figura 31. Reconstrucciones multiplanares de tomografía computarizada de haz cónico. Canal mandibular (CM) bifido retromolar derecho en corte sagital (a). CMs bifidos retromolares derecho e izquierdo en corte para-panorámico (b). Foramen retromolar derecho en corte coronal (c). Forámenes retromolares derecho e izquierdo en cortes transversales (d), (e).

La tabla 18 muestra la distribución de la frecuencia de forámenes retromolares según el género. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el número de forámenes retromolares entre varones y mujeres, tanto haciendo el análisis según los pacientes como atendiendo a las hemimandíbulas.

Tabla 18. Prevalencia de forámenes retromolares en relación al género en tomografía computarizada de haz cónico.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N (%)	p-valor
PACIENTES			
Mujeres (n = 135)	13 ^a (9,63) ^b	122 (90,37)	
Varones (n = 90)	15 (16,67)	75 (83,33)	0,088
HEMIMANDÍBULAS			
Mujeres (n = 270)	19 (7,04)	251 (92,96)	
Varones (n = 180)	21 (11,67)	159 (88,33)	0,065

^a Número de mujeres con forámenes retromolares.

^b Porcentaje de mujeres con forámenes retromolares (en la muestra de mujeres).

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

La tabla 19 muestra la distribución de la frecuencia de forámenes retromolares en ortopantomografías atendiendo a la edad. No se han observado diferencias estadísticamente significativas en la presencia de forámenes retromolares según la edad, tanto en pacientes ($p=0,626$) como en hemimandíbulas ($p=0,851$). Se localizan un total de 40 forámenes retromolares con un diámetro medio de $1,64 \pm 0,66$ mm.

Tabla 19. Prevalencia de forámenes retromolares en relación a la edad en tomografía computarizada de haz cónico.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N(%)	p-valor
PACIENTES			
< de 50 años (n = 127)	17 ^a (13,39) ^b	110 (86,61)	
≥ de 50 años (n = 98)	11 (11,22)	87 (88,78)	0,626
HEMIMANDÍBULAS			
< de 50 años (n = 254)	22 (8,66)	232 (91,34)	
≥ de 50 años (n = 196)	16 (8,16)	180 (91,87)	0,851

^a Número de pacientes menores de 50 años con forámenes retromolares.

^b Porcentaje pacientes con forámenes retromolares en la población menor de 50 años.

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Existen diferencias estadísticamente significativas en el diámetro del canal retromolar en el punto de origen desde del conducto dentario inferior ($p=0,036$), en la altura del canal retromolar ($p=0,001$) y el diámetro del foramen retromolar ($p=0,022$) entre varones y mujeres (Tabla 20).

Tabla 20. Características morfométricas de los canales mandibulares retromolares según el género

	ALTURA (mm)	DIÁMETRO EN PUNTO DE ORIGEN (mm)	DIÁMETRO FORAMEN RETROMOLAR (mm)
MUESTRA TOTAL	8,44 ± 3,44 ^a	1,61 ± 0,68 ^a	1,64 ± 0,66 ^a
GÉNERO			
Varones (n = 21)	10,08 ± 2,73	1,82 ± 0,71	1,86 ± 0,67
Mujeres (n = 19)	6,42 ± 3,20	1,36 ± 0,55	1,39 ± 0,56
	p = 0,001*	p = 0,036*	p = 0,022*

^a Media ± desviación estándar.

*Prueba t de Student. Significancia p ≤ 0,05.

5.1.4 Forámenes retromolares en ortopantomografías

El foramen retromolar se observa en 12 de las 225 imágenes panorámicas (8 varones y 4 mujeres con edades comprendidas entre 15 y 71 años; 5,33% de la muestra) (Fig. 32) y en 13 de las 450 hemimandíbulas (2,88%). Cuatro casos (2 varones y 2 mujeres) presentan una localización en la hemimandíbula derecha y siete casos (6 varones y 1 mujer) en la hemimandíbula izquierda, mientras que 1 caso es bilateral (1 mujer). De los 40 forámenes retromolares observados en CBCTs, 13 (32,50%) son identificados en ortopantomografías (Fig. 33). Estos forámenes retromolares se observan con mayor frecuencia en las hemimandíbulas de los varones (5%) que en las hemimandíbulas de las mujeres (1,48%).

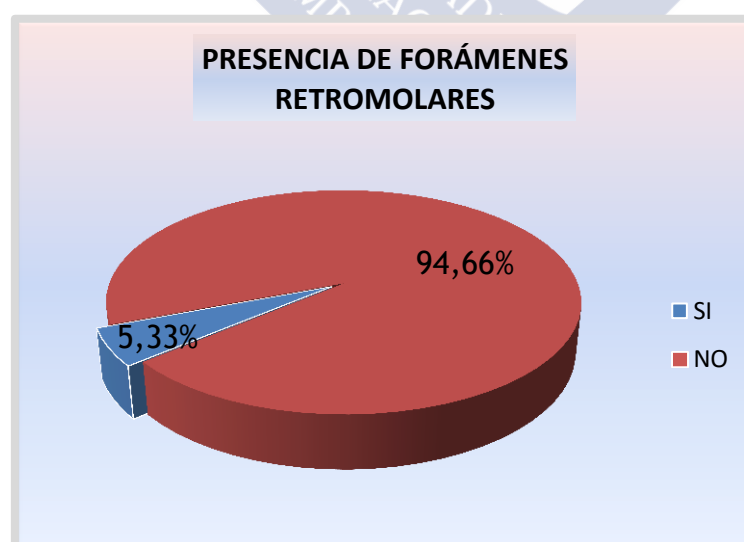


Figura 32. Prevalencia de forámenes retromolares en ortopantomografías.

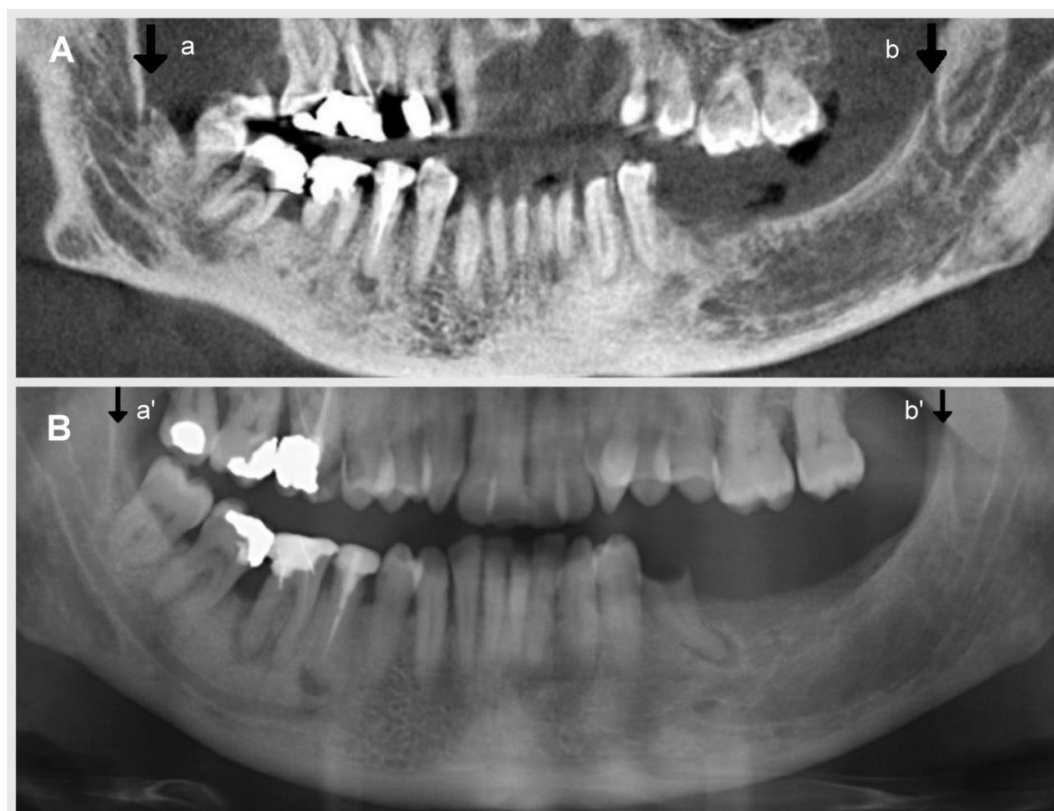


Figura 33. (A) Canales mandibulares (CMs) bífidos retromolares derecho e izquierdo (a,b) en una reconstrucción para-panorámica de tomografía computarizada de haz cónico. (B) Los CMs bífidos retromolares bilaterales (a,b) son también identificados mediante la ortopantomografía (a',b').

La tabla 21 muestra la distribución de los forámenes retromolares según el género, tanto en pacientes como en hemimandíbulas. No se han observado diferencias estadísticamente significativas en el número de los forámenes retromolares atendiendo al género en cuanto a pacientes ($p=0,106$). Sin embargo, se han observado diferencias estadísticamente significativas en el número de forámenes retromolares cuando se analizan las hemimandíbulas según el género ($p=0,029$).

Tabla 21. Prevalencia de forámenes retromolares en relación al género en ortopantomografías.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N (%)	p-valor
PACIENTES			
Mujeres (n = 135)	5 ^a (3,70) ^b	130 (96,29)	
Varones (n = 90)	8 (8,88)	82 (91,11)	0,168
HEMIMANDÍBULAS			
Mujeres (n = 270)	4 (1,48)	266 (92,51)	
Varones (n = 180)	9 (5)	171 (95)	0,029 ^c

^a Número de mujeres con forámenes retromolares.

^b Porcentaje de mujeres con forámenes retromolares (en la muestra de mujeres).

^c Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

La tabla 22 muestra la distribución de los forámenes retromolares según los grupos de edad, tanto en pacientes como en hemimandíbulas. No se han observado diferencias estadísticamente significativas en el número de forámenes retromolares atendiendo a la edad en cuanto a pacientes ($p=0,183$) o hemimandíbulas ($p=0,345$).

Tabla 22. Prevalencia de forámenes retromolares en relación a la edad en ortopantomografías.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N (%)	pvalor
PACIENTES			
< de 50 años (n = 127)	9 ^a (7,08) ^b	118 (92,91)	
≥ de 50 años (n = 98)	3 (3,06)	95 (96,93)	0,183
HEMIMANDÍBULAS			
< de 50 años (n = 254)	9 (3,54)	245 (96,45)	
≥ de 50 años (n = 196)	4 (2,04)	192 (97,95)	0,345

^a Número de pacientes menores de 50 años con forámenes retromolares.

^b Porcentaje de pacientes con forámenes retromolares en la población menor de 50 años.
Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

El diámetro de los forámenes retromolares atendiendo a la visibilidad de éstos en las ortopantomografías se muestran en la tabla 23. El diámetro medio de los forámenes retromolares atendiendo a la presencia y ausencia de visualización es de $2,11 \pm 0,75$ mm y $1,41 \pm 0,47$ mm. Se observan diferencias estadísticamente significativas respecto al diámetro de los forámenes retromolares cuando se valora su visualización en las ortopantomografías ($p=0,02$).

Tabla 23. Diámetro del foramen retromolar según su visualización en ortopantomografías.

	RANGO (mm)	Media (mm)	SD (mm)
DIÁMETRO FORAMEN RETROMOLAR			
Visualización (n = 13)	1,06 - 3,61	2,11 ^a	0,75
No visualización (n= 27)	0,90 - 2,50	1,41 ^a	0,47

^a Test U Mann-Whitney. Significancia $p \leq 0,05$.

En el modelo de regresión logística binaria se han incluido las siguientes variables: el diámetro del foramen retromolar, el género y la edad. De estas variables solo el diámetro del foramen retromolar ha resultado ser un factor que influye significativamente en la capacidad de visualización de los forámenes retromolares en ortopantomografías ($B = 1,900$, $p=0,017$), (Tabla 24).

Tabla 24. Efecto de la edad, el género y el diámetro de los forámenes retromolares (FR) en su visualización en ortopantomografías.

	B	ES	p-valor	OR	IC 95%	
					Inferior	Superior
EDAD	0,002	0,026	0,949	1,002	0,951	1,055
GÉNERO	-0,233	1,045	0,823	0,792	0,102	6,140
DIÁMETRO DEL FR	1,900	0,799	0,017*	6,685	1,397	31,980

ES. Error estándar. OR. Odds Ratio. IC. Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

La variabilidad intraobservador se analizó mediante el coeficiente de correlación intraclass presentando valores comprendidos entre 0,72 y 0,98 (intervalo de confianza del 95% comprendido entre 0,50 y 0,99).

5.2 VARIANTES ANATÓMICAS DEL CONDUCTO DENTARIO INFERIOR II: FORÁMENES MENTONIANOS Y FORÁMENES MENTONIANOS ACCESORIOS

De la muestra general de CBCTs (2420), cumplieron los criterios de inclusión y exclusión un total de 344 CBCTs, 205 son mujeres (59,6%) y 139 varones (40,4%), con una edad media de $47,44 \pm 15,52$ (rango 13 a 86) años. Las razones de exclusión han sido: 1050 CBCTs no cumplían el primer criterio de inclusión, 1005 CBCTs correspondían a pacientes que no habían realizado la ortopantomografía o bien el tiempo transcurrido entre ambas pruebas radiológicas era superior a un año, por otro lado 4 CBCTs presentaban dientes incluidos o parcialmente erupcionados en la región anatómica, 6 presentaban patología (4 pacientes lesiones radiolúcidas compatibles con quistes o granulomas, 1 paciente mostraba una imagen con patrón mixto compatibles con querubismo y otro paciente presentaba múltiples inclusiones dentales y lesiones compatibles con quistes), 9 CBCTs no presentaban adecuada calidad y 2 CBCTs correspondían a pacientes que presentaban una ortopantomografía que carecía de calidad suficiente para su análisis.

5.2.1 Foramen mentoniano en tomografía computarizada de haz cónico

Se han identificado un total de 688 forámenes mentonianos en las CBCTs. No se ha observado la ausencia de ningún foramen mentoniano. La forma predominante del foramen mentoniano es la oval (71,30%) (Fig. 34). La distribución de la forma presenta una asimetría entre la hemimandíbula derecha e izquierda en el 27% de los casos. No se han observado diferencias en la forma del foramen mentoniano entre varones y mujeres ($p=0,204$). Entre los

grupos de edad tampoco se han observado diferencias estadísticamente significativas respecto a la forma del foramen mentoniano ($p=0,776$).

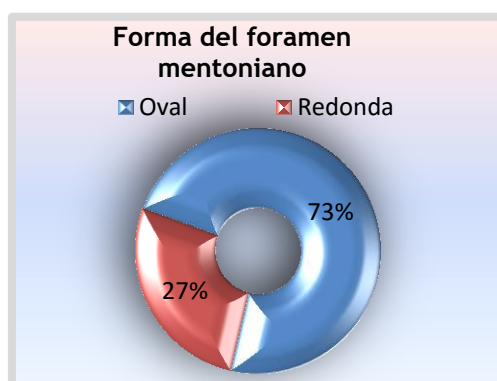


Figura 34. Distribución de la forma del foramen mentoniano.

La localización anteroposterior de los forámenes mentonianos con respecto a los dientes mandibulares presenta la siguiente distribución: 2,66% posición inferior al primer molar, 9,09% entre primer molar y segundo premolar, 57,83% inferior al segundo premolar, 25,39% entre segundo premolar y primer premolar y 5,01% inferior al primer premolar y 0% mesial al primer premolar. La tabla 25 muestra la distribución de la locación del foramen mentoniano con respecto a los dientes mandibulares y según las hemimandíbulas. Se observan diferencias significativas en la localización del foramen mentoniano con respecto a los dientes mandibulares entre las hemimandíbula derecha e izquierda. La frecuencia de una posición asimétrica del foramen mentoniano en relación con la dentición es de 51,45%.

Tabla 25. Distribución de la localización anteroposterior del foramen mentoniano en relación a los dientes mandibulares según la hemimandíbula.

	FRECUENCIA (N)	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULAD(%)	p-valor
HEMIMANDÍBULA DERECHA				
1°PM	9	2,81	2,81	0,015*
1°PM-2°PM	69	21,56	24,37	
2°PM	201	62,81	87,18	
2°PM-1°M	32	10	97,18	
1°M	9	2,82	100	
Total	320	100		
HEMIMANDÍBULA IZQUIERDA				
1°PM	23	7,23	7,23	
1°PM-2°PM	92	28,93	36,16	
2°PM	169	53,14	89,3	
2°PM-1°M	26	8,18	97,48	
1°M	8	2,52	100	
Total	318	100		

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

La posición del foramen no muestra diferencias estadísticamente significativas entre varones y mujeres ($p=0,517$). Entre los grupos de edad tampoco se han observado diferencias estadísticamente significativas en la posición del foramen mentoniano con respecto a los dientes mandibulares ($p=0,589$) (Tabla 26). En la figura 35 se muestra la distribución de la posición anteroposterior del foramen mentoniano en grupos de edad y la tendencia a una posición más posterior con el aumento de la edad.

Tabla 26. Distribución de la localización anteroposterior del foramen mentoniano en relación a los dientes mandibulares según el género y la edad.

	1º MOLAR N (%)	1ºMOLAR- 2ºPREMOLAR N (%)	2º PREMOLAR N (%)	1ºPREMOLAR- 1ºPREMOLAR N (%)	1º PREMOLAR N (%)	p-valor
GÉNERO						
Mujeres (n=376)	9 (2,39)	31 (8,24)	213 (56,64)	101 (26,86)	22 (5,85)	
Varones (n=262)	8 (3,05)	27 (10,30)	156 (59,54)	61 (23,28)	10 (3,81)	0,517
EDAD (GRUPOS)						
< 50 años (n=335)	8 (2,38)	26 (7,76)	192 (57,31)	90 (26,86)	19 (5,67)	
≥ 50 años (n=303)	9 (2,97)	32 (10,56)	177 (58,41)	72 (23,76)	13 (4,29)	0,589

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

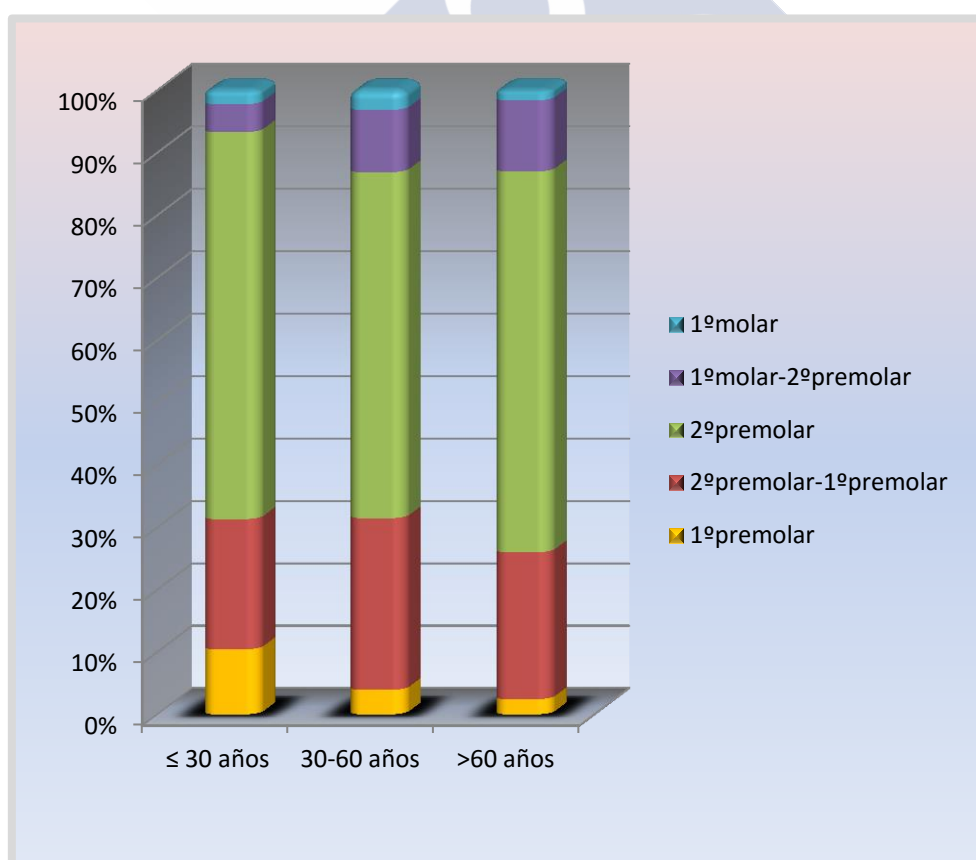


Figura 35. Efecto de la edad en la posición del foramen mentoniano.

Atendiendo a la posición anteroposterior, el foramen mentoniano presenta variaciones estadísticamente significativas en su diámetro mayor, diámetro menor y área. El foramen mentoniano presenta una reducción en sus diámetros mayor, menor y área, a medida que su posición se desplaza hacia la línea media. Las distancias FM-BIM y FM-BSM no presentan variaciones estadísticamente significativas atendiendo a la posición anteroposterior del foramen. Estas distancias muestran una tendencia decreciente hasta que el foramen se sitúa en posición del segundo premolar, y a continuación una tendencia ascendente hasta la posición del primer premolar. El ángulo de emergencia tampoco presenta variaciones estadísticamente significativas en función de la posición anteroposterior del foramen mentoniano.

La tabla 27 muestra que los forámenes situados en posición del primer premolar presentan un diámetro largo significativamente menor a los forámenes mentonianos situados en las posiciones entre el primer molar y segundo premolar o bien en la posición apical al segundo premolar. El diámetro corto de los forámenes mentonianos situados en posición apical al primer premolar es estadísticamente inferior al diámetro en las posiciones del primer molar, entre el primer molar-segundo premolar y apical al segundo premolar. El diámetro corto de los forámenes mentonianos situados en la posición entre el segundo premolar-primer premolar ha sido estadísticamente menor que el diámetro observado en la posición primer molar-segundo premolar. El área de los forámenes mentonianos situados apicales al primer premolar es significativamente inferior al área de los forámenes mentonianos situados entre el primer molar-segundo premolar y los situados en la posición apical al segundo premolar. La figura 36 representa las variaciones de las características morfométricas según la posición anteroposterior del foramen mentoniano.

Tabla 27. Características morfométricas del foramen mentoniano en relación a la localización de foramen.

	1º MOLAR	1ºMOLAR- 2º PREMOLAR	2º PREMOLAR	1ºPREMOLAR- 2ºPREMOLAR	1º PREMOLAR	p-valor
DIÁMETRO MAYOR	4,54±1,19	4,77±1,14‡	4,49±1,03†	4,41±1,20	3,81±1,40‡†	0,003*
DIÁMETRO MENOR	3,17±0,78‡	3,24±0,79†‡	2,96±0,72¶	2,85±0,77†	2,45±0,79‡‡¶	0,000*
ÁREA	11,64±5,03	12,46±5,44‡	10,75±4,77†	10,36±5,11	7,99±5,37‡†	0,001*
FM-BIM	14,47±2,04	13,69±1,54	13,55±1,60	13,50±1,55	13,67±1,80	0,194
FM-BSM	12,15±3,36	11,23±3,60	11,58±3,12	12,18±2,53	12,15±3,49	0,144
ÁNGULO EMERGENCIA	47,12±12,04	55,22±16,28	52,21±15,13	52,73±14,03	52,66±15,77	0,365

*Anova de un factor. Significancia $p \leq 0,05$.

‡†‡¶ Prueba post hoc de Bonferroni. Significancia $p \leq 0,05$.

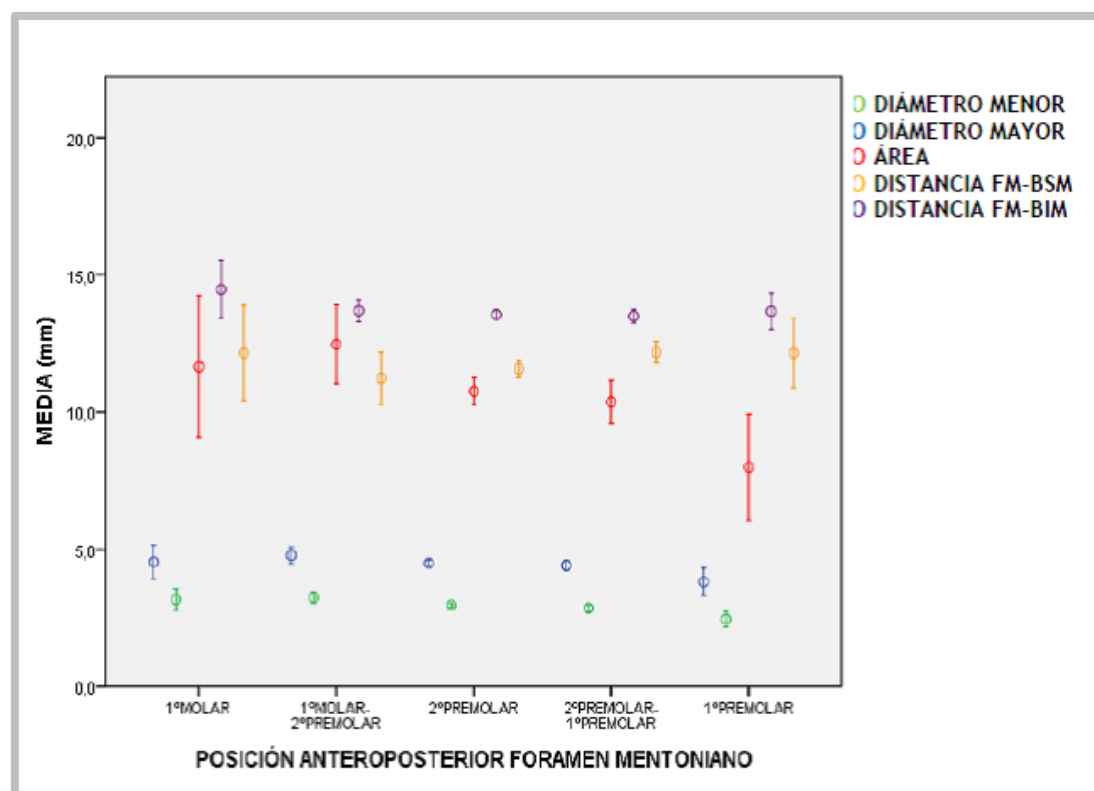


Figura 36. Características morfométricas del foramen mentoniano atendiendo a su posición anteroposterior.

Cuando se analizan los forámenes mentonianos en relación al lado mandibular se observa que el diámetro menor y el área de los forámenes mentonianos son significativamente mayores en las hemimandíbulas izquierdas ($p=0,000$ y $p=0,013$) respecto a las hemimandíbulas derechas. La distancia media FM-BIM es de $13,55 \pm 1,06$ mm, mientras que la distancia media de FM-BSM es de $11,42 \pm 3,34$ mm. El ángulo medio de emergencia del foramen mentoniano es de $53,45 \pm 15,90^\circ$. No se observan diferencias estadísticamente significativas cuando se analiza el ángulo y las distancias (Tabla 28).

Tabla 28. Características morfométricas del foramen mentoniano en hemimandíbulas derecha e izquierda.

	HEMIMANDÍBULA DERECHA (n=344) Media \pm DE	HEMIMANDÍBULA IZQUIERDA (n=344) Media \pm DE	p-valor
DIÁMETRO MAYOR	4,37 \pm 1,12	4,50 \pm 1,13	0,152
DIÁMETRO MENOR	2,81 \pm 0,75	3,02 \pm 0,74	0,000*
ÁREA	10,10 \pm 4,99	11,05 \pm 5,01	0,013*
FM-BIM	13,57 \pm 1,60	13,52 \pm 1,60	0,666
FM-BSM	11,25 \pm 3,31	11,57 \pm 3,37	0,201
ÁNGULO EMERGENCIA	53,36 \pm 15,56	53,54 \pm 16,26	0,886

FM-BIM: distancia desde el foramen mentoniano (FM) al borde inferior mandibular.

FM-BSM distancia desde el FM al borde superior mandibular.

*Prueba t de Student para muestras independientes. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se analizan los forámenes mentonianos atendiendo al género se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el diámetro mayor, el diámetro menor y el área. Del mismo modo, las distancias FM-BIM y FM-BSM y el ángulo de emergencia del foramen mentoniano presentan valores estadísticamente superiores en varones (Tabla 29).

Tabla 29. Características morfométricas del foramen mentoniano según el género.

	VARONES (n=278) Media±DE	MUJERES (n=410) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	3,10±0,84	2,79±0,67	0,000*
DIÁMETRO MAYOR	4,62±1,16	4,31±1,08	0,000*
ÁREA	11,71±5,57	9,80±4,46	0,000*
FM-BIM	14,35±1,59	13,00±1,36	0,000*
FM-BSM	11,97±3,07	11,03±3,47	0,000*
ÁNGULO EMERGENCIA	55,07±15,78	52,35±15,91	0,028*

FM-BIM: distancia desde el foramen mentoniano al borde inferior mandibular.

FM-BSM: distancia desde el foramen mentoniano al borde superior mandibular.

*Prueba t de Student para muestras independientes. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se analizan los forámenes mentonianos atendiendo a la edad, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en el diámetro mayor, el diámetro menor y el área. Sin embargo, la distancia FM-BSM es significativamente superior en el grupo de menor edad. Por el contrario, el ángulo de emergencia es estadísticamente superior en el grupo de mayor edad (Tabla 30).

Tabla 30. Características morfométricas del foramen mentoniano según la edad.

	< 50 AÑOS (n=336) Media±DE	≥ 50 AÑOS (n=352) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	2,92±0,79	2,91±0,72	0,835
DIÁMETRO MAYOR	4,49±1,15	4,39±1,11	0,229
ÁREA	10,72±5,41	10,43±4,62	0,357
FM-BIM	13,44±1,73	13,65±1,46	0,082
FM-BSM	12,56±2,84	10,32±3,42	0,000*
ÁNGULO EMERGENCIA	49,44±13,64	57,28±16,95	0,000*

FM-BIM: distancia desde el foramen mentoniano al borde inferior mandibular.

FM-BSM: distancia desde el foramen mentoniano al borde superior mandibular.

*Prueba t de Student para muestras independientes. Significancia $p \leq 0,05$.

Con respecto al estado de edentulismo, se observan diferencias estadísticamente significativas en el diámetro mayor y el área del foramen mentoniano. El diámetro largo y el área del foramen mentoniano, en pacientes dentados, es significativamente superior que el diámetro largo y el área en pacientes edéntulos ($p=0,010$; $p=0,028$). Además, se observan diferencias estadísticas en la distancia FM-BSM y el ángulo de emergencia según el estado de

edentulismo. La distancia FM-BSM es significativamente superior en pacientes dentados, en comparación a los pacientes parcialmente desdentados ($p=0,001$) y a los pacientes desdentados ($p=0,000$). Del mismo modo, la distancia FM-BSM es estadísticamente superior en los pacientes parcialmente dentados, en comparación a los pacientes edéntulos ($p=0,000$). En cuanto al ángulo de emergencia del foramen mentoniano, el ángulo de salida en los pacientes dentados es estadísticamente superior al ángulo de salida en los pacientes completamente edéntulos ($p=0,000$). Del mismo modo, el ángulo de salida del foramen mentoniano en los pacientes parcialmente desdentados es significativamente superior al ángulo de los pacientes edéntulos ($p=0,000$), (Tabla 31).

Tabla 31. Características morfométricas del foramen mentoniano según el estado de edentulismo.

	DENTADO (n=614) Media±DE	PARCIALMENTE DESDENTADO (n=28) Media±DE	EDÉNTULO (n=46) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	2,93±0,76	2,96±0,60	2,67±0,79	0,075
DIÁMETRO MAYOR	4,47±1,12 †	4,42±1,09	3,97±1,16 †	0,013*
ÁREA	10,71±5,07 †	10,57±4,15	8,75±4,56 †	0,038*
FM-BIM	13,52±1,59	13,47±1,79	13,89±1,63	0,325
FM-BSM	11,84±3,02 †	9,68±3,13 ††	6,77±3,75 ††	0,000*
ÁNGULO EMERGENCIA	52,07±14,68 †	54,54±18,35 †	71,20±19,33 ††	0,000*

FM-BIM: distancia desde el foramen mentoniano al borde inferior mandibular.

FM-BSM: distancia desde el foramen mentoniano al borde superior mandibular.

*ANOVA de un factor. Significancia $p \leq 0,05$.

††Test post hoc de Bonferroni. Significancia $p \leq 0,05$.

El tipo de emergencia del foramen mentoniano predominante es el de dirección superior, seguido en frecuencia por el tipo de emergencia directa, el tipo posterior y el tipo anterior (Fig. 37). No se observan diferencias estadísticamente significativas cuando se valora la emergencia del foramen mentoniano respecto al género ($p=0,220$) (Tabla 32).

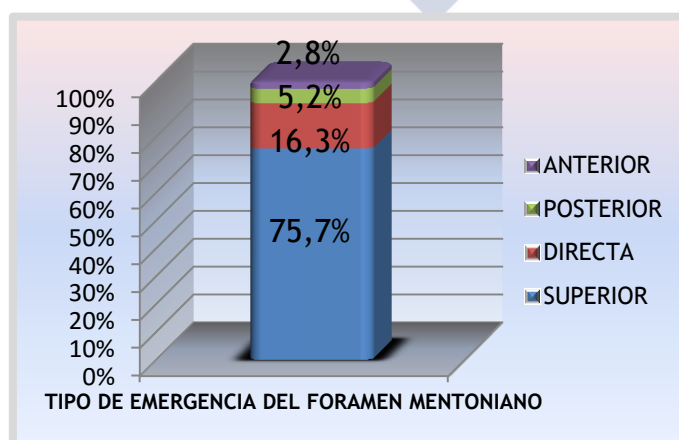


Figura 37. Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano.

Tabla 32. Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano según el género y la edad.

	SUPERIOR N (%)	DIRECTA N (%)	POSTERIOR N (%)	ANTERIOR N (%)	p-valor
GÉNERO					
Mujeres (n=410)	321 (78,29)	61 (14,87)	19(4,63)	11 (2,68)	
Varones (n=278)	200 (71,94)	51 (18,34)	17(6,11)	8 (2,87)	0,220
EDAD (GRUPOS)					
< 50 años (n=336)	285(84,82)	32 (9,52)	17 (5,05)	2 (0,59)	
≥ 50 años (n=352)	236 (67,04)	80 (22,72)	19 (5,39)	17 (4,82)	0,000*

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

La emergencia del foramen mentoniano presenta diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes con una edad inferior y aquellos con edad superior a 50 años ($p=0,000$).

Los pacientes menores de 50 años presentan una emergencia superior del foramen mentoniano, significativamente más frecuente que los pacientes de mayor edad. Sin embargo, los pacientes mayores de 50 años presentan un mayor número de forámenes con emergencia directa (Fig. 38). La emergencia del foramen mentoniano no presenta diferencias estadísticamente significativas según la posición anteroposterior del foramen (Tabla 33).

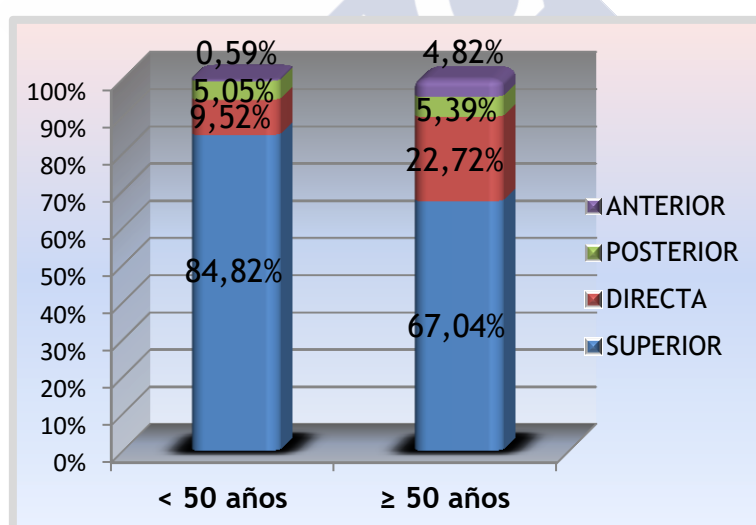


Figura 38. Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano según la edad.

Tabla 33. Distribución del tipo de emergencia en relación a la localización anteroposterior del foramen mentoniano.

TIPO DE EMERGENCIA	POSICIÓN INTERMEDIA ENTREPREMOLARES		p-valor
	POSTERIOR N (%)	ANTERIOR N (%)	
SUPERIOR (n=496)	150 (30,24)	346 (69,75)	
DIRECTA (n=93)	28 (30,10)	65 (69,89)	
POSTERIOR (n=33)	12 (36,36)	21 (63,63)	
ANTERIOR (n= 16)	4 (25)	12 (75)	0,853

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se valora la emergencia del foramen mentoniano respecto al estado dental se observa que existen diferencias estadísticamente significativas (Fig. 39) (Tabla 34). La emergencia del foramen mentoniano en los pacientes dentados es principalmente en dirección superior. En los pacientes parcialmente dentados y edéntulos se observa una mayor presencia de emergencia directa.

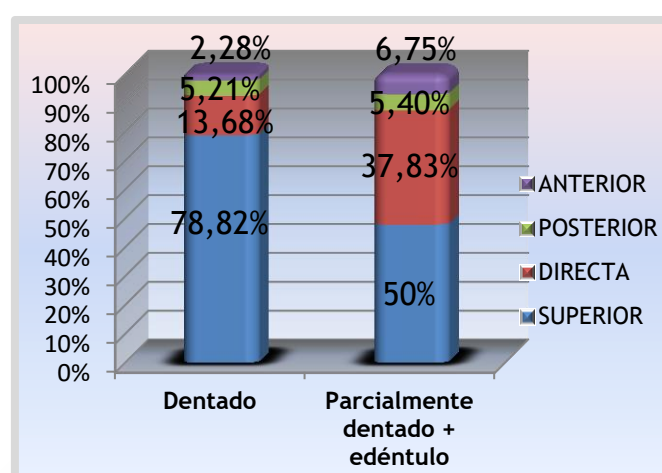


Figura 39. Distribución del tipo de emergencia del foramen mentoniano según el estado de edentulismo.

Tabla 34. Distribución tipo de emergencia del foramen mentoniano en relación al estado de edentulismo.

	SUPERIOR N (%)	DIRECTA N (%)	POSTERIOR N (%)	ANTERIOR N (%)	p-valor
DENTADO (n=614)	484 (78,82)	84 (13,68)	32 (5,21)	14 (2,28)	
PARCIALMENTE DENTADO Y DESDENTADO (n=74)	37 (50)	28(37,83)	4 (5,40)	5 (6,75)	0,000*

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$

Atendiendo a la emergencia del foramen mentoniano, sus características morfométricas son estadísticamente diferentes. Se observan diferencias estadísticamente significativas en el diámetro largo, el ángulo de emergencia, y las distancias FM-BSM Y FM-BIM. El ángulo de emergencia de los forámenes con una dirección superior es estadísticamente inferior al ángulo de los forámenes mentonianos que presentaron otro tipo de emergencia ($p=0,000$). La distancia FM-BIM en los forámenes con emergencia en dirección superior es estadísticamente superior a la distancia observada en los forámenes mentonianos con emergencia directa ($p=0,034$). La distancia FM-BSM en los forámenes con emergencia en dirección superior es estadísticamente superior a la distancia observada en los forámenes mentonianos con emergencia directa y con emergencia anterior ($p=0,005$, $p=0,000$). Además, esta distancia en los forámenes con emergencia posterior es estadísticamente superior a la distancia observada en los forámenes con emergencia anterior ($p=0,042$), (Tabla 35).

Tabla 35. Características morfométricas del foramen mentoniano en relación al tipo de emergencia.

	SUPERIOR (n=521) Media±DE	DIRECTA (n=112) Media±DE	POSTERIOR (n=96) Media±DE	ANTERIOR (n=19) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	2,91±0,74	2,98±0,81	2,84±0,85	2,83±0,78	0,724
DIÁMETRO MAYOR	4,40±1,10	4,57±1,21	4,79±1,07	3,96±1,17	0,028*
ÁREA	10,48±4,85	11,27±5,77	10,89±4,78	9,32±4,85	0,301
FM-BIM	13,68±1,63†	13,22±1,45†	13,06±1,58	12,57±1,15	0,000*
FM-BSM	11,72±3,09†‡	10,56±4,02†	11,10±3,05¶	8,58±4,18‡¶	0,001*
ÁNGULO EMERGENCIA	46,31±8,51†‡¶	75,20±12,14†	76,86±14,56‡	76,58±12,83¶	0,000*

FM-BIM: distancia desde el foramen mentoniano (FM) al borde inferior mandibular.

FM-BSM: distancia desde el FM al borde superior mandibular.

*Anova de un factor. Significativo $p \leq 0,05$.

†‡¶ Test post hoc de Bonferroni. Significativo $p \leq 0,05$.

5.2.1.1 Predicción de las características morfométricas del foramen mentoniano

Las variables independientes o predictoras utilizadas en cada caso, fueron aquellas que mostraron una relación estadísticamente significativa a nivel bivariado. De estas variables solo se incluyeron en los modelos las variables que presentaron resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$).

- Predicción de la distancia del foramen mentoniano a la cresta alveolar (FM-BSM)

Las variables predictoras que mostraron una relación estadísticamente significativa a nivel bivariado con la distancia FM-BSM fueron el género, la edad, el ángulo de emergencia, el estado dental, el tipo de emergencia y el lado mandibular. De estas variables solo se incluyeron en el modelo la edad, el género y el estado dental, al mostrar resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$), (Tabla 36).

Tabla 36. Efecto del género, la edad y el estado dental en la distancia desde el foramen mentoniano a la cresta alveolar

	B	p-valor	OR	IC 95% para OR	
				Inferior	Superior
Edad	-0,05	0,001*	0,95	0,93	0,96
Género (mujer)	-0,94	0,001*	0,39	0,25	0,61
Estado dental					
Dentado	2,27	0,001*	9,67	2,82	3,18
Parcialmente dentado	1,10	0,19	3,01	0,57	15,96

OR: Odds Ratio.

IC: Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

Con respecto al efecto de la edad en la distancia FM-BSM, el análisis revela que cuanto mayor es la edad de los sujetos menor es su distancia a la cresta alveolar ($B=-0,054$; $p=0,001$), (Fig. 40). En cuanto al género, los varones presentan una mayor tasa de distancias FM-BSM elevadas que en el caso de las mujeres ($B=-0,94$, $p=0,001$). La probabilidad de tener una distancia FM-BSM elevada es 2,56 (1/0,39; OR en mujeres =0,39) veces superior en el caso de ser varón (Fig. 41). Respecto al estado dental, se observa que existe una mayor tasa de pacientes dentados con distancias FM-BSM elevadas ($B=2,27$; $p=0,001$), pero no existen diferencias en términos de FM-BSM elevadas entre el grupo de sujetos parcialmente dentados y desdentados ($B=1,10$; $p>0,05$). La tasa de sujetos con una elevada distancia FM-BSM es casi 10 veces mayor entre los dentados que entre los desdentados o, lo que es lo mismo, éstos tendrían una probabilidad casi 10 veces mejor.

En pacientes completamente dentados, el análisis de regresión lineal revela una influencia de la edad en la distancia FM-BSM ($R=0,26$; $B=-0,05$; $p=0,02$) y en la ratio FM-BSM/VM ($R=0,32$; $B=-0,001$; $p=0,000$), (Fig. 40).

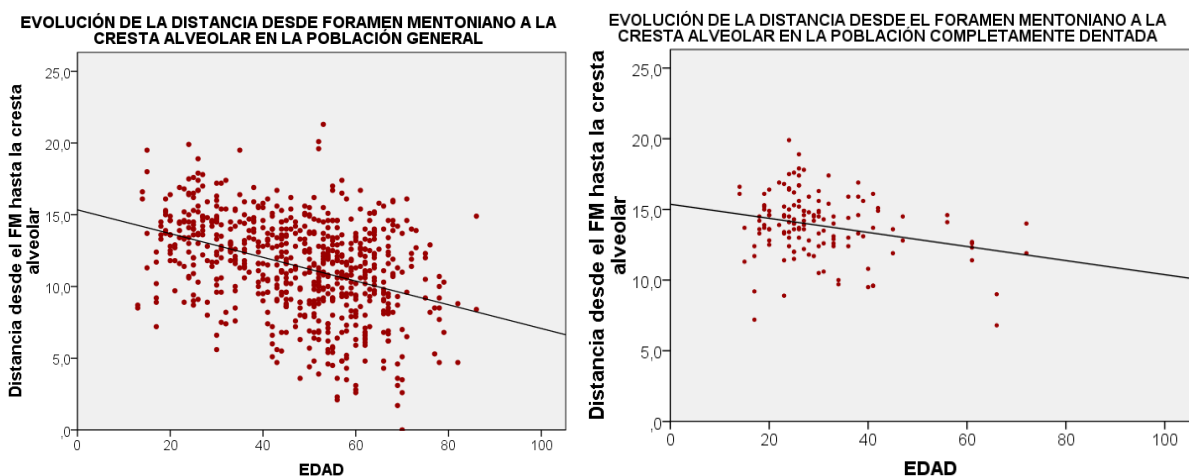


Figura 40. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta la cresta alveolar según la edad. Comparativa entre la población general y la población completamente dentada.

EVOLUCIÓN DE LA DISTANCIA DEL FORAMEN MENTONIANO A LA CRESTA ALVEOLAR SEGÚN EL GÉNERO

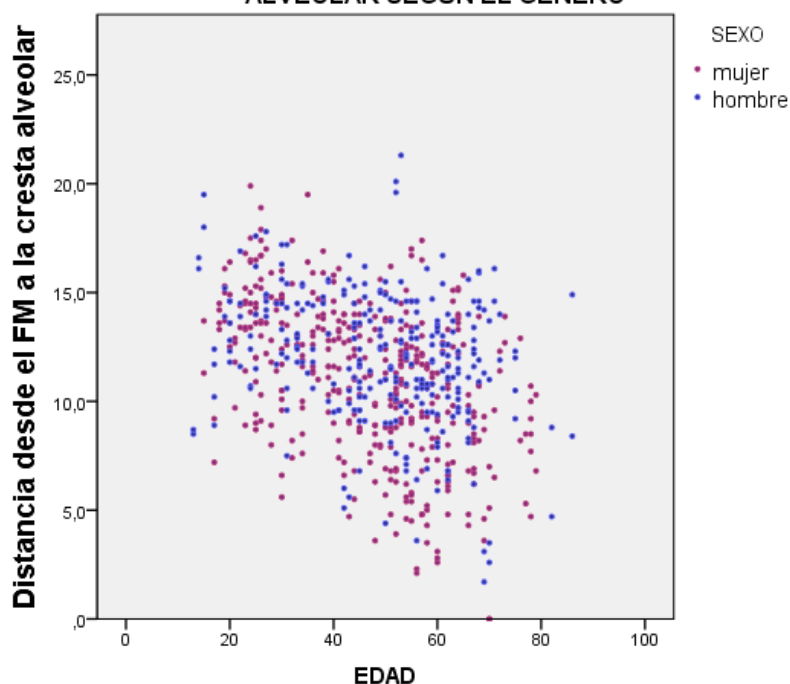


Figura 41. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta la cresta alveolar según el género.

- Predicción de la distancia del foramen mentoniano al borde inferior mandibular (FM-BIM)

De las variables independientes o predictoras que mostraron una relación estadísticamente a nivel bivariando, solo se incluyeron en el modelo las variables descritas en la tabla 37, ya que solo éstas presentaron resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$).

Tabla 37. Efecto del género, la edad y el ángulo de emergencia en la distancia desde el foramen mentoniano al borde inferior mandibular.

	B	p-valor	OR	IC 95% para OR	
				Inferior	Superior
Edad	-0,01	0,01*	1,01	1,00	1,03
Género (mujer)	-1,94	0,001*	0,14	0,25	0,22
Ángulo emergencia	-0,03	0,001*	0,97	0,95	0,98

OR: Odds Ratio.

IC: Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

Con respecto al efecto de la edad en la distancia FM-BIM, el análisis revela que cuanto mayor es la edad de los sujetos menor es su distancia al borde mandibular inferior ($B = -0,01$; $p = 0,01$), (Fig. 42). En cuanto al género, los varones presentan una mayor tasa de distancias FM-BIM elevadas que en el caso de las mujeres ($B = -1,94$, $p = 0,001$). La probabilidad de tener una

distancia FM-BIM elevada es de 7,14 (1/0,14; OR mujeres =0,14) veces superior en el caso de ser varón. Respecto al ángulo de emergencia, se observa que cuanto mayor sea este, menor es la probabilidad de observar distancias FM-BIM elevadas ($B=-0,03$; $p=0,001$), (Fig. 43).

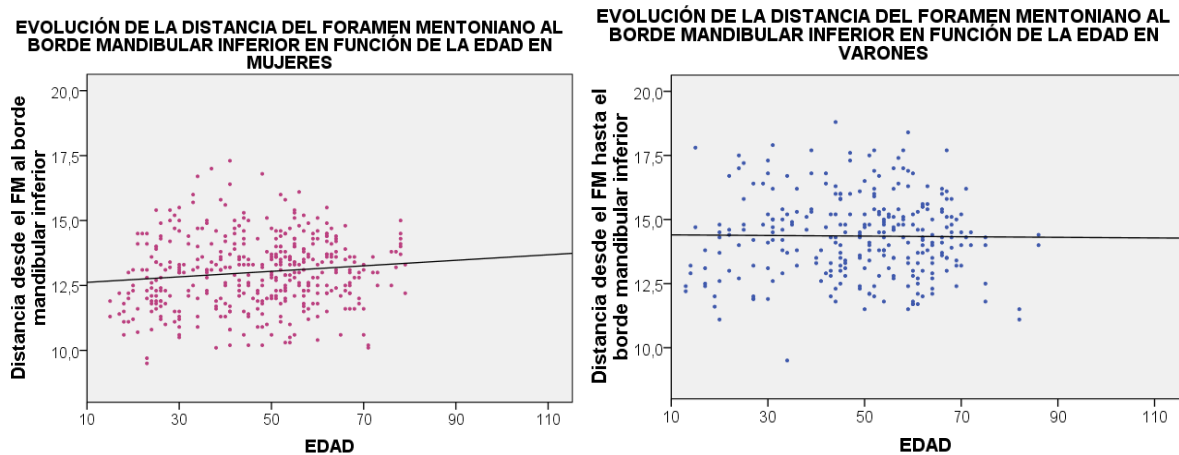


Figura 42. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta el borde mandibular inferior según la edad. Comparativa entre mujeres y varones

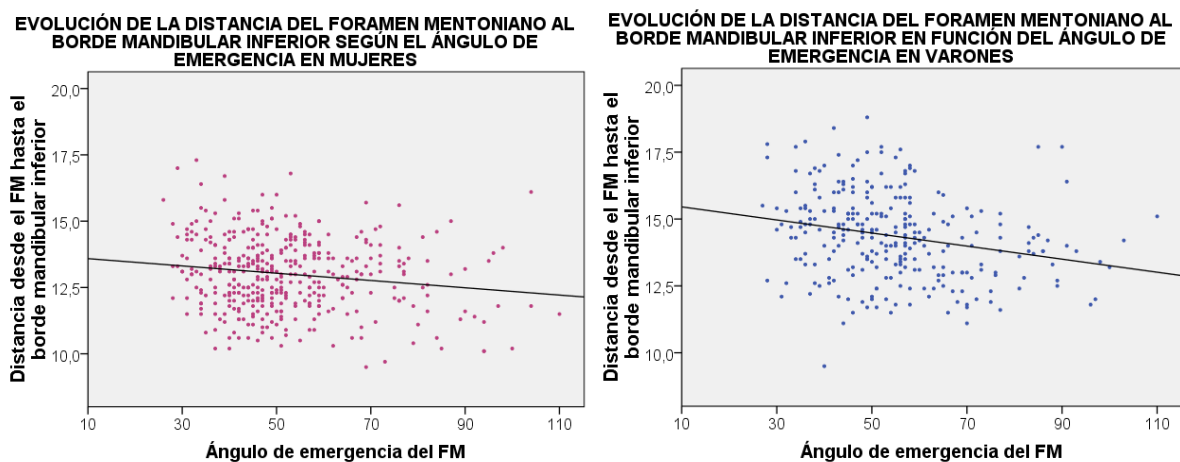


Figura 43. Evolución de la distancia desde el foramen mentoniano hasta el borde mandibular inferior en función del ángulo de emergencia.

- Predicción de la distancia vertical mandibular (VM)

De las variables independientes o predictoras que mostraron una relación estadísticamente a nivel bivariando, solo se incluyeron en el modelo las variables descritas en la tabla 38, ya que solo éstas presentaron resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$).

Tabla 38. Efecto del género, la edad, el estado dental y el ángulo de emergencia en la distancia vertical mandibular.

	B	p-valor	OR	IC 95% PARA OR	
				Inferior	Superior
Edad	-0,04	0,000*	0,95	0,94	0,97
Género (mujer)	-1,96	0,000*	0,14	0,08	0,22
Estado dental					
Dentado	1,59	0,001*	4,93	2,82	3,18
Parcialmente dentado	1,03	0,164	0,97	0,65	12,09
Ángulo de emergencia	-0,03	0,000*	0,97	0,95	0,98

OR: Odds Ratio.

IC: Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

Con respecto al efecto de la edad en la distancia VM, el análisis revela que cuanto mayor es la edad de los sujetos menor es su distancia al borde mandibular inferior ($B = -0,041$; $p = 0,000$). En cuanto al género, las mujeres presentan una menor tasa de distancias VM elevadas que en el caso de los varones ($B = -1,96$, $p = 0,000$). La probabilidad de tener una distancia VM elevada es de 7,14 ($1/0,14$; OR en mujeres $= 0,14$) veces mayor en el caso de ser varón. Respecto al estado dental, se observa que existe una mayor tasa de pacientes dentados con distancias VM elevadas ($B = 1,59$; $p = 0,001$), pero no existen diferencias en términos de distancias VM elevadas entre el grupo de sujetos parcialmente dentados y desdentados ($B = 1,03$; $p > 0,05$). La tasa de sujetos con una elevada distancia VM es casi 5 veces mayor entre los dentados que entre los desdentados.

Respecto al ángulo de emergencia, se observa que cuanto mayor sea éste, menor es la probabilidad de observar distancias FM-BIM elevadas ($B = -0,03$; $p = 0,001$).

- Predicción de la ratio MF-BSM/VM

De las variables independientes o predictoras que mostraron una relación estadísticamente significativa a nivel bivariado, solo se incluyeron en el modelo las variables descritas en la tabla 39, ya que solo éstas presentaron resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$).

Tabla 39. Efecto de la edad y el estado dental en la ratio entre la distancia del foramen mentoniano a la cresta alveolar y la distancia vertical mandibular.

	B	p-valor	OR	IC 95% PARA OR	
				Inferior	Superior
Edad	-0,05	0,000*	0,94	0,92	0,59
Estado dental					
Dentado	2,37	0,001*	10,78	2,52	46,05
Parcialmente dentado	1,69	0,071	5,45	0,86	34,35

OR: Odds Ratio.

IC: Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

Con respecto al efecto de la edad en la ratio FM-BSM/VM, el análisis revela que cuanto mayor es la edad de los sujetos menor es esta ratio ($B = -0,05$; $p = 0,000$), (Fig. 44). Respecto al estado dental, se observa que existe una mayor tasa de pacientes dentados con ratios FM-BSM/VM elevadas ($B = 2,37$; $p = 0,001$), pero no existen diferencias en términos de FM-BSM elevadas entre el grupo de sujetos parcialmente dentados y desdentados ($B = 1,10$; $p > 0,05$). La tasa de sujetos con una elevada distancia FM-BSM es 10 veces mayor entre los dentados que entre los desdentados.

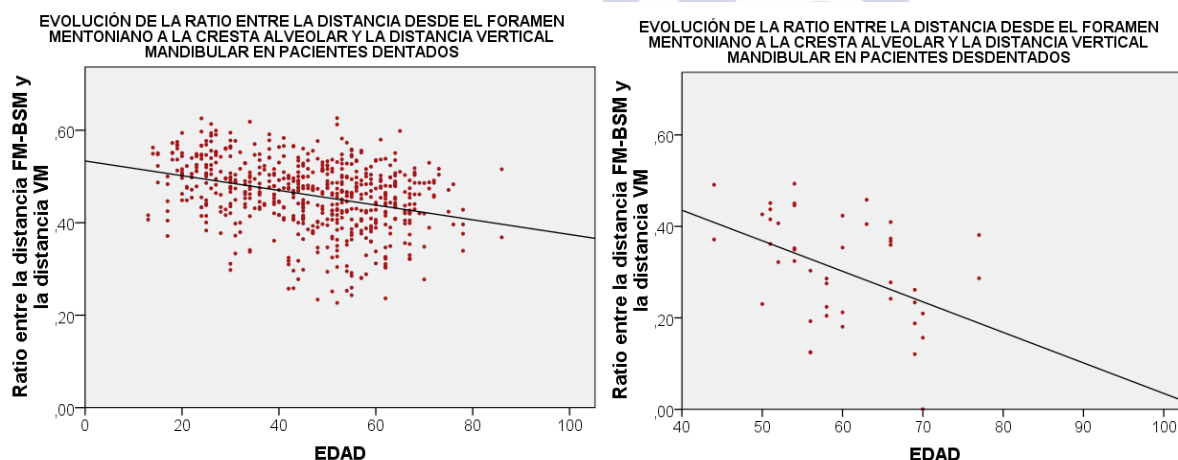


Figura 44. Evolución de la ratio entre la distancia desde el foramen mentoniano a la cresta alveolar y la distancia vertical mandibular según la edad. Comparativa entre pacientes dentados y desdentados.

- Predicción del diámetro mayor del foramen mentoniano

De las variables independientes o predictoras que mostraron una relación estadísticamente a nivel bivariando, solo se incluyeron en el modelo las variables sexo y presencia del foramen mentoniano accesorio (Tabla 40). El modelo resultante es prácticamente despreciable, solo

explica el 3% (R^2 de Nagelkerke=0,031) de la variabilidad del diámetro mayor del foramen mentoniano a partir de las variables sexo y presencia del foramen mentoniano.

Tabla 40. Efecto del género y la presencia de forámenes mentonianos accesorios en el diámetro mayor del foramen mentoniano.

	B	p-valor	OR	IC 95% PARA OR	
				Inferior	Superior
Género (mujer)	-0,50	0,01*	0,60	0,41	0,88
Presencia de FMA	-0,80	0,04*	0,23	1,02	4,84

FMA: foramen mentoniano accesorio

OR: Odds Ratio.

IC: Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

- Predicción del diámetro menor del foramen mentoniano

De las variables independientes o predictoras que mostraron una relación estadísticamente a nivel bivariando, solo se incluyeron en el modelo las variables descritas en la tabla 41, ya que solo éstas presentaron resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$).

Tabla 41. Efecto del género, el lado mandibular, la posición del foramen mentoniano y la presencia de forámenes mentonianos accesorios en el diámetro menor del foramen mentoniano (FM).

	B	p-valor	OR	IC 95% PARA OR	
				Inferior	Superior
Género (mujer)	-0,73	0,001*	0,47	0,31	0,72
Lado mandibular	0,71	0,001*	2,05	1,34	3,12
Posición anteroposterior del FM					
1 ^{er} molar	1,85	0,026*	6,35	1,24	32,51
1 ^{er} molar-2 ^o premolar	2,03	0,001*	7,61	2,26	25,65
2 ^o premolar	1,03	0,038*	2,82	1,06	7,53
2 ^o premolar-1 ^{er} premolar	1,00	0,052	2,73	0,99	7,53
Ausencia de FMA	0,901	0,038*	2,46	1,05	5,76

FM: foramen mentoniano

FMA: foramen mentoniano accesorio

OR: Odds Ratio.

IC: Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

Con respecto al efecto del género en la distancia menor del foramen mentoniano, las mujeres presentan una tasa menor de diámetros menores del foramen mentoniano elevados ($B = -0,73$; $p = 0,001$). Respecto al lado mandibular, se observa que existe una mayor tasa de diámetros menores elevados en el lado derecho ($B = 0,71$; $p = 0,001$). Respecto a la posición anteroposterior del foramen mentoniano, se observa que existe una mayor tasa de forámenes

mentonianos con diámetros menores elevados comparación con los forámenes situados en posición inferior al primer premolar, en las posiciones inferior al primer molar ($B=1,85$; $p=0,026$), entre el primer molar-segundo premolar ($B=2,03$; $p=0,001$) y en posición inferior al segundo premolar ($B=1,03$; $p=0,038$), pero no existen diferencias en términos de diámetros menores elevados entre el grupo de forámenes en posición entre el primer premolar-segundo premolar y los forámenes en posición inferior al primer premolar ($B=1,00$; $p>0,05$). La tasa de forámenes con un elevado diámetro menor es 6,3; 7,6 y 2,8 veces superior, en comparación con la posición inferior al primer premolar, en las posiciones inferior al primer molar, entre el primer molar-segundo premolar y en posición inferior al segundo premolar, respectivamente.

En relación a la presencia de forámenes mentonianos accesorios, las hemimandíbulas que presentan un foramen mentoniano accesorio presentan una tasa mayor de diámetros menores de forámenes mentonianos elevados ($B=0,90$; $p=0,038$). La tasa de hemimandíbulas con un foramen mentoniano de elevado diámetro menor es casi 2,5 veces mayor entre las hemimandíbulas que no presentan un foramen mentoniano accesorio.

- Predicción del área del foramen mentoniano

De las variables independientes o predictoras que mostraron una relación estadísticamente a nivel bivariando, solo se incluyeron en el modelo las variables descritas en la tabla 42, ya que solo estas presentaron resultados estadísticamente significativos ($p\leq 0,05$).

Tabla 42. Efecto del género, el lado mandibular y la presencia de forámenes mentonianos accesorios (FMA) en el área del foramen mentoniano.

	B	p-valor	OR	IC 95% PARA OR	
				Inferior	Superior
Género (mujer)	-0,60	0,003*	0,54	1,00	1,03
Lado mandibular	0,55	0,005*	1,74	0,09	0,22
Ausencia de FMA	0,85	0,038*	2,34	0,95	0,98

FMA: foramen mentoniano accesorio

OR. Odds Ratio.

IC. Intervalo de confianza.

*Regresión logística binaria. Significancia $p\leq 0,05$.

Con respecto al efecto del género en el área del foramen mentoniano, las mujeres presentan una tasa menor de áreas elevadas del foramen mentoniano ($B=-0,60$; $p=0,003$). La probabilidad de tener una elevada área del foramen mentoniano es 1,8 ($1/0,54$; OR en mujeres $=0,54$) veces superior en varones. Respecto al lado mandibular, se observa que existe una mayor tasa de áreas elevadas del foramen mentoniano en el lado derecho ($B=0,55$; $p=0,005$). La

probabilidad de tener una elevada área es 1,7 veces superior en el lado derecho mandibular (Fig. 45). En relación a la presencia de forámenes mentonianos accesorios, las hemimandíbulas que no presentan un foramen mentoniano accesorio presentan una tasa mayor de forámenes mentonianos con áreas elevadas ($B=0,85$; $p=0,038$). La probabilidad de tener una elevada área es 2,3 veces mayor entre las hemimandíbulas que no presentan un foramen mentoniano accesorio (Fig. 46).

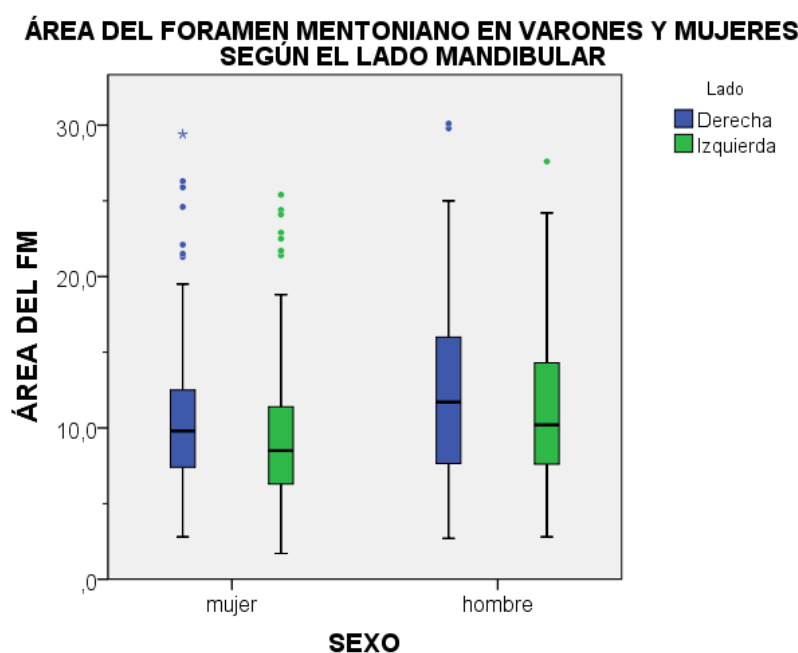


Figura 45. Distribución del área del foramen mentoniano en varones y mujeres según el lado mandibular.

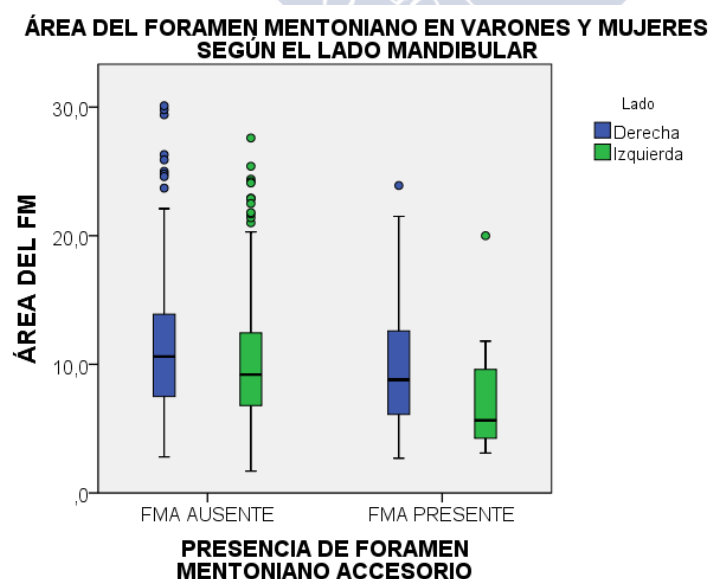


Figura 46. Distribución del área del foramen mentoniano en función de la presencia o no de foramen mentoniano accesorio, según el lado mandibular.

5.2.2 Foramen mentoniano accesorio en tomografía de haz cónico

Se observa en 45 pacientes (13,08%) (18 varones y 27 mujeres) forámenes mentonianos accesorios, de los 344 evaluados (Fig. 47), y en 45 hemimandíbulas de las 688 evaluadas (6,54%). Tres casos presentan dos forámenes mentonianos accesorios en el mismo lado. Con lo cual, en total, se han observado 48 forámenes accesorios: 28 en el lado derecho y 20 en el lado izquierdo. No se observan diferencias estadísticamente significativas respecto a la presencia de forámenes accesorios según el género, el lado o la edad (Tabla 43). La forma del foramen mandibular accesorio predominante es el tipo oval (Fig.48).

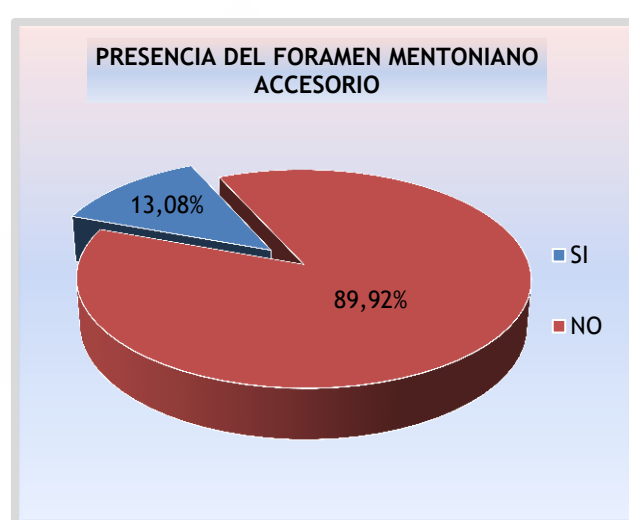


Figura 47. Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en tomografía computarizada de haz cónico.

Tabla 43. Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en relación al género, la edad y el lado mandibular en tomografía computarizada de haz cónico.

	PRESENCIA N (%)	AUSENCIA N (%)	p-valor
GÉNERO			
Mujeres (n = 205)	27 ^a (13,17) ^b	178 (86,83)	0,952
Varones (n = 139)	18 (12,95)	121 (87,05)	
EDAD			
< de 50 años (n = 168)	21 (12,50)	147 (87,50)	0,755
≥ de 50 años (n = 176)	24 (13,64)	152 (86,36)	
HEMIMANDIBULA			
Derecha (n=344)	25 (7,27)	319 (92,73)	0,441
Izquierda (n=334)	20 (5,81)	324 (94,19)	

^a Número de mujeres con forámenes mentonianos accesorios.

^b Porcentaje de mujeres con forámenes mentonianos accesorios (en la muestra total de mujeres).

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Los valores medios del foramen accesorio respecto al diámetro largo, diámetro corto y área son de $1,80 \pm 0,66$ mm, $1,12 \pm 0,31$ mm y $1,58 \pm 1,09$ mm², respectivamente. La distancia media FMA-BIM es de $11,72 \pm 4,14$ mm y la distancia media de FMA-BSM es de $13,52 \pm 3,86$ mm. No se han observado diferencias estadísticamente significativas en las características del foramen mentoniano accesorio según el lado mandibular. En relación al género, no se observan diferencias estadísticamente significativas en el diámetro largo, diámetro corto y área del foramen accesorio. Sin embargo, la distancia FMA-BIM es significativamente mayor en varones ($p=0,01$), (Tabla 44).

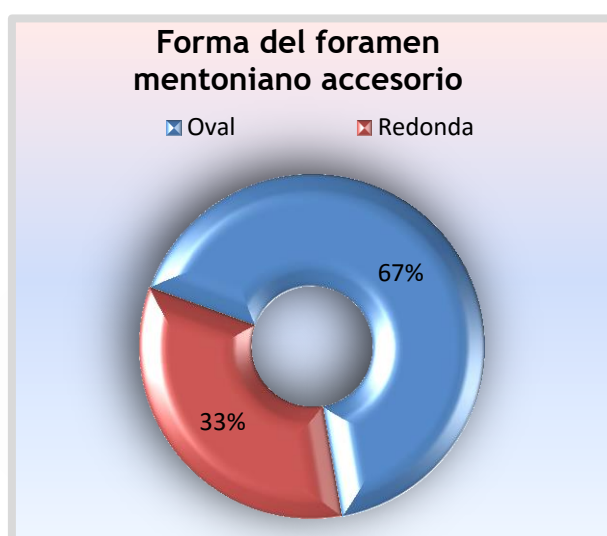


Figura 48. Distribución de la forma del foramen mentoniano.

Tabla 44. Características morfométricas del foramen mentoniano accesorio según el género.

	VARONES (n=21) Media±DE	MUJERES (n=24) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	1,13±0,32	1,11±0,33	0,88
DIÁMETRO MAYOR	1,73±0,48	1,89±0,77	0,44
ÁREA	1,62±0,86	1,64±0,87	0,30
FMA-BIM	15,42±4,33	12,25±2,98	0,01*
FMA-BSM	12,25±2,98	13,14±4,50	0,48
AP AMF-MF	5,05±3,10	4,31±2,40	0,37
V AMF-MF	2,75±1,83	2,73±1,75	0,97
L AMF-MF	6,20±2,66	5,40±2,30	0,29
LONGITUD BIFURCACIÓN	3,66±1,92	3,68±2,07	0,97

FMA-BIM: distancia desde el foramen mentoniano accesorio al borde inferior mandibular.

FMA-BSM: distancia desde el foramen mentoniano accesorio al borde superior mandibular.

AP AMF-MF: distancia anteroposterior entre FMA y FM, V AMF-MF distancia vertical entre FMA y FM.

L AMF-MF distancia lineal entre FMA y FM.

*Prueba *t* de Student. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se analiza el foramen mentoniano accesorio respecto a la edad se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en el diámetro largo, el diámetro corto y el área. Sin embargo, la distancia FMA-BSM es significativamente mayor en el grupo de pacientes más jóvenes ($p=0,00$), (Tabla 45).

Tabla 45. Características morfométricas del foramen mentoniano accesorio según la edad.

	< 50 AÑOS (n=21) Media±DE	≥ 50 AÑOS (n=24) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	1,07±0,26	1,16±0,37	0,35
DIÁMETRO MAYOR	1,76 ±0,59	1,88±0,74	0,56
ÁREA	1,59±0,90	2,20±1,92	0,17
FMA-BIM	12,36±3,60	12,54±3,88	0,06
FMA-BSM	14,74±3,42	11,07±4,03	0,00*
AP AMF-MF	5,10±3,03	4,17±2,34	0,25
V AMF-MF	2,89±2,08	2,60±1,46	0,59
L AMF-MF	6,26±2,91	5,25±1,92	0,17
LONGITUD BIFURCACIÓN	4,18±2,30	3,22±1,61	0,11

FMA-BIM: distancia desde el foramen mentoniano accesorio al borde inferior mandibular.
FMA-BSM: distancia desde el foramen mentoniano accesorio al borde superior mandibular.
AP AMF-MF: distancia anteroposterior entre FMA y FM, V AMF-MF distancia vertical entre FMA y FM.

L AMF-MF distancia lineal entre FMA y FM.

*Prueba t de Student. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se analiza el foramen mentoniano accesorio por hemimandíbulas, no existen diferencias estadísticamente significativas en el diámetro largo, diámetro corto y el área. En relación a las distancias FMA-BIM y FMA-BSM, tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la hemimandíbula derecha e izquierda (Tabla 46).

Tabla 46. Características morfométricas del foramen mentoniano accesorio según el lado mandibular.

	HEMIMANDÍBULA DERECHA (n=28) Media±DE	HEMIMANDÍBULA IZQUIERDA (n=20) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	1,14±0,32	1,09±0,31	0,551
DIÁMETRO MAYOR	1,84±0,72	1,74±0,56	0,619
ÁREA	2,06±1,81	1,60±0,90	0,295
FMA-BIM	13,47±3,73	13,60±4,13	0,916
FMA-BSM	12,84±4,00	12,55±4,43	0,813
AP AMF-MF	4,13±2,74	4,88±2,63	0,346
V AMF-MF	2,88±1,89	2,77±1,77	0,844
L AMF-MF	5,51±2,37	5,92±2,50	0,575
LONGITUD BIFURCACIÓN	3,63±2,15	3,62±1,65	0,983

FMA-BIM: distancia desde el foramen mentoniano accesorio al borde inferior mandibular.
FMA-BSM: distancia desde el foramen mentoniano accesorio al borde superior mandibular.
AP AMF-MF distancia anteroposterior entre FMA y FM, V AMF-MF distancia vertical entre FMA y FM. L AMF-MF distancia lineal entre FMA y FM.

Prueba t de Student. Significancia $p \leq 0,05$.

En cuanto a la posición del foramen mentoniano accesorio en relación al foramen mentoniano se muestra en la figura 49. La figura 50 y la tabla 47 muestran la relación espacial anteroposterior entre ambos entre forámenes mentonianos y forámenes mentonianos accesorios.

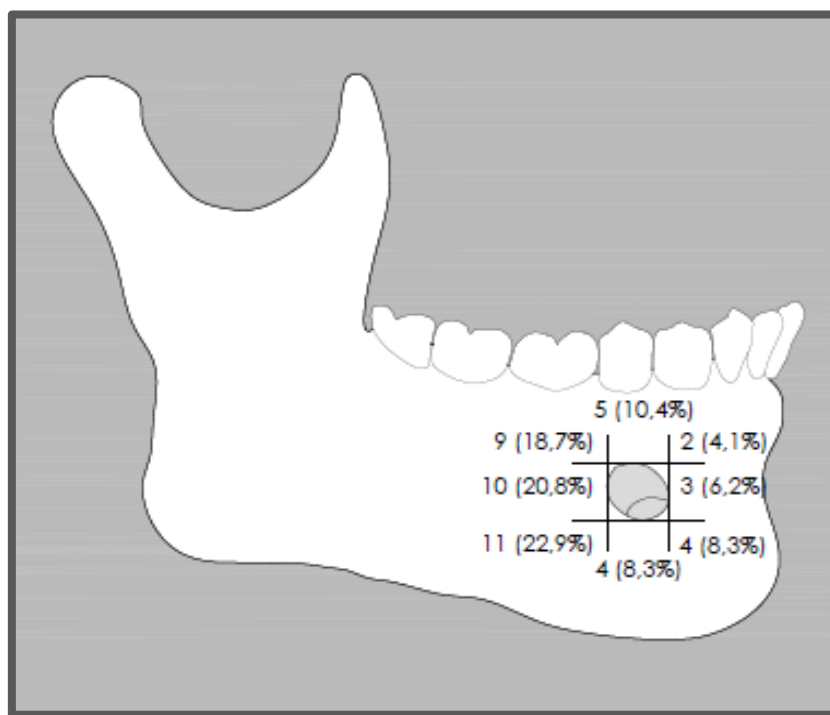


Figura 49. Posición del foramen mentoniano accesorio en relación del foramen mentoniano.

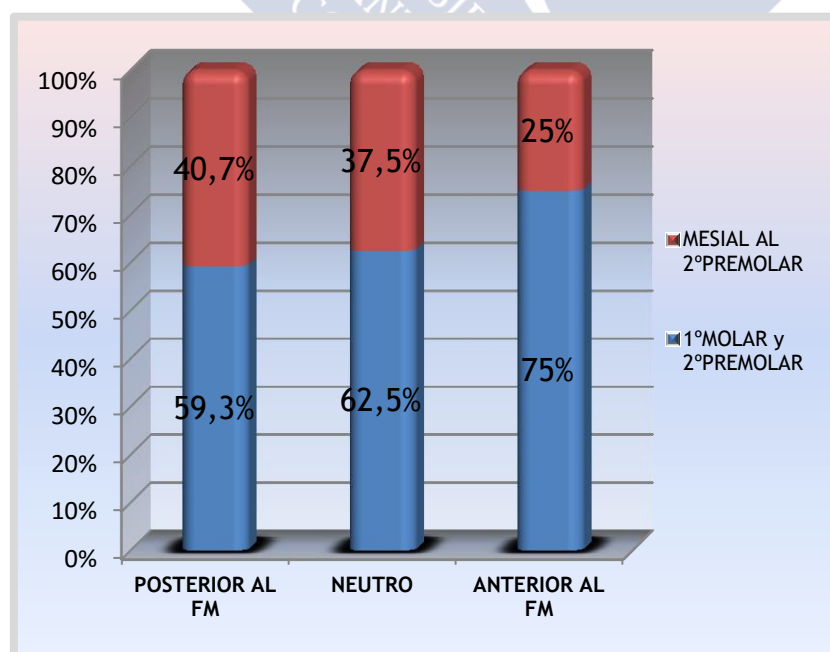


Figura 50. Posición anteroposterior del foramen mentoniano accesorio en relación a la posición anteroposterior del foramen mentoniano.

Tabla 47. Posición del foramen mentoniano accesorio (FMA) atendiendo a la posición anteroposterior del foramen mentoniano (FM).

POSICIÓN DEL FMA	POSICIÓN DEL FM	
	DISTAL O EN 2º PREMOLAR	MESIAL AL 2º PREMOLAR
POSTERIOR AL FM (n=27)	16 (59,25)	11 (40,74)
NEUTRO AL FM (n=8)	5 (62,25)	3 (37,5)
ANTERIOR AL FM (N=8)	6 (75)	2 (25)

Cuando se valora la posición del foramen mentoniano accesorio en relación al foramen mentoniano se observan unas distancias anteroposterior, vertical y FMA-FM de $4,46 \pm 2,68$ mm, $2,83 \pm 1,82$ mm, y $5,68 \pm 2,41$ mm, respectivamente. No se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los valores de las distancias en las dos hemimandíbulas. Tampoco se han observado diferencias estadísticamente significativas según el género, la edad o el lado mandibular (Tablas 44, 45, 46).

La zona de bifurcación del canal accesorio, desde el conducto dentario inferior, más frecuente es la región del “loop” o bucle del nervio mentoniano. La posición anteroposterior del foramen mentoniano accesorio en relación al foramen mentoniano es distinta según el lugar de bifurcación del canal accesorio, desde el conducto dentario inferior (Tabla 48), (Fig.51).

Tabla 48. Posición anteroposterior del foramen mentoniano accesorio (FMA) en relación al punto de origen desde el conducto dentario inferior (CDI).

POSICIÓN DEL FMA	PUNTO DE ORIGEN DESDE EL CDI		
	ANTES DEL BUCLE DEL CDI N (%)	EN EL BUCLE DEL CDI N (%)	DESPUÉS DEL BUCLE DEL CDI N (%)
POSTERIOR AL FM (n=30)	8 (2,66)	22 (73,33)	0
NEUTRO AL FM (n=9)	1 (11,11)	8 (88,88)	0
ANTERIOR AL FM (n=9)	2 (22,22)	3 (33,33)	4 (44,44)

La longitud de la bifurcación del canal accesorio mandibular, desde su origen en el conducto dentario inferior, hasta su emergencia en el foramen mentoniano accesorio, presenta una media de $3,62 \pm 1,94$ mm. No se observan diferencias estadísticamente significativas en la longitud del canal accesorio mandibular con respecto al género, la edad o el lado mandibular (Tablas 32, 33 y 35).

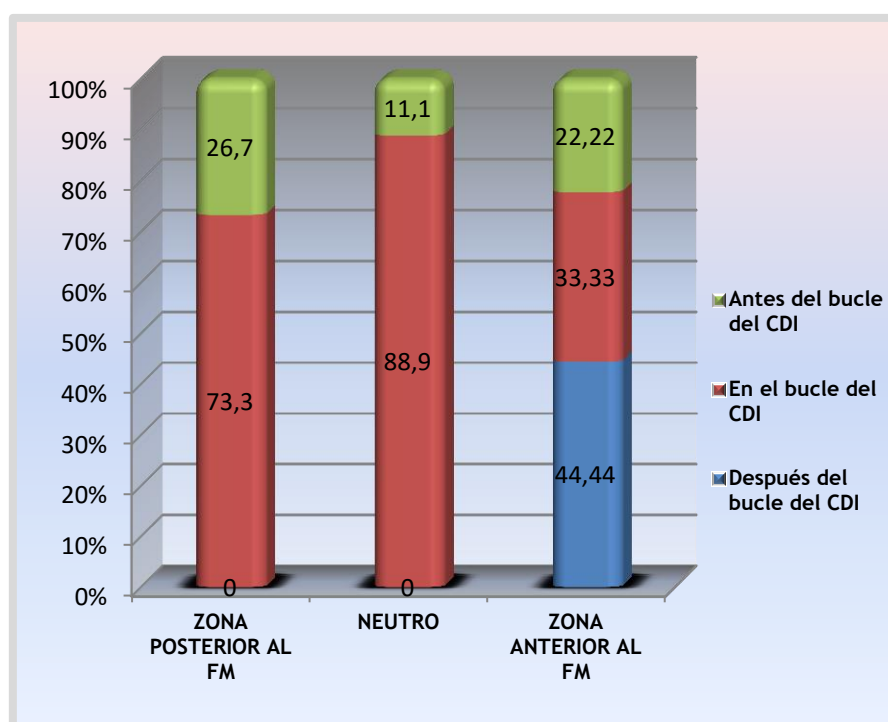


Figura 51. Posición anteroposterior del foramen mentoniano accesorio en relación a su origen desde el conducto dentario inferior (CDI).

El área media de los forámenes mentonianos accesorios es de $1,58 \pm 1,09 \text{ mm}^2$, y la relación entre el área del foramen mentoniano accesorio y el área del foramen mentoniano, en el mismo lado mandibular, es de 3,92 a 77,81% ($24,81 \pm 18,96\%$). Además, la relación entre el área de los forámenes mentonianos, en el lado mandibular que presenta el foramen accesorio y el lado mandibular sin foramen mentoniano accesorio, es de 16,41 a 265,43% ($86,03 \pm 52,33\%$).

Los valores de diámetro largo, diámetro corto y área del foramen mentoniano, presentan diferencias estadísticamente significativas atendiendo a la presencia y ausencia de los forámenes mentonianos accesorios ($p=0,008$, $p=0,021$ y $p=0,021$). Por otro lado, cuando se realiza la comparación intraindividual, es decir, cuando se compara el foramen mentoniano de la hemimandíbula que presenta el foramen mentoniano accesorio frente a la hemimandíbula que no presenta el foramen mentoniano accesorio, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el diámetro largo, el diámetro corto y el área del foramen mentoniano ($p=0,001$, $p=0,014$ y $p=0,013$) (Tabla 49).

Tabla 49. Comparación intraindividual de las características morfológicas del foramen mentoniano para la presencia o ausencia de forámenes accesorios.

	PRESENCIA DE FORAMEN MENTONIANO ACCESORIO (N=45) Media±DE	AUSENCIA DE FORAMEN MENTONIANO ACCESORIO (N=45) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO CORTO	2,66±0,77	3,02±0,77	0,014*
DIÁMETRO LARGO	4,01±1,20	4,67±0,92	0,001*
ÁREA	8,93±5,19	11,36±4,58	0,013*

*Prueba t de Student para muestras relacionadas. Significancia para $p \leq 0,05$.

La variabilidad intraobservador se analiza mediante el coeficiente de correlación intraclass y se obtienen unos valores en el rango de 0,72 y 0,97 (intervalo de confianza del 95% entre 0,36 y 0,99).

5.2.3 Foramen mentoniano en ortopantomografías

Atendiendo a la clasificación del aspecto o apariencia del foramen mentoniano en las ortopantomografías se observa que un total de 111 forámenes mentonianos no son identificados y un total de 577 son identificados en ortopantomografías. Esto representa un porcentaje de visualización del 83,86%. La distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías se muestra en la tabla 50, (Fig. 52 y Fig. 53).

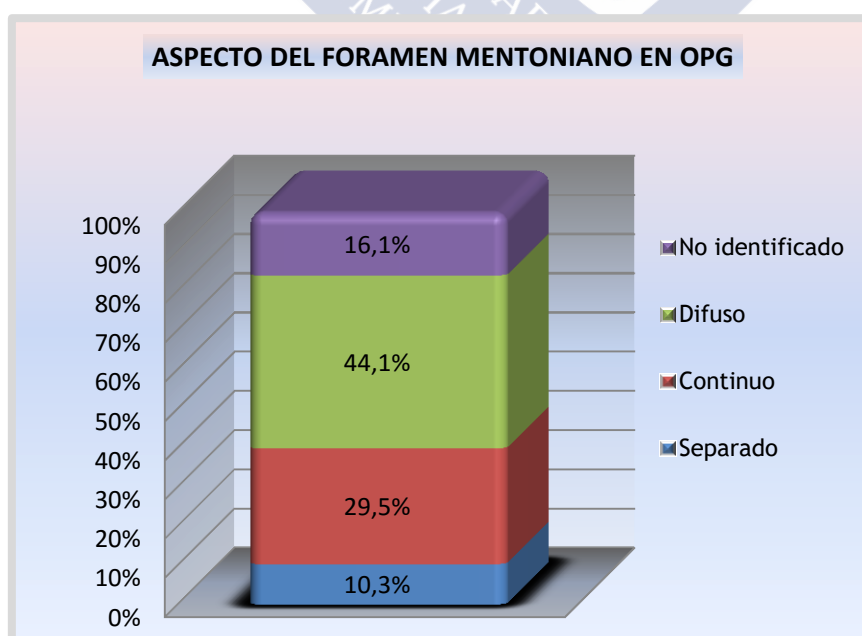


Figura 52. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías.

Tabla 50. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías.

	FRECUENCIA (N)	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
SEPARADO	71	10,32	10,31
CONTINUO	203	29,51	39,83
DIFUSO	303	44,04	83,87
NO IDENTIFICADO	111	16,13	100
TOTAL	688	100	

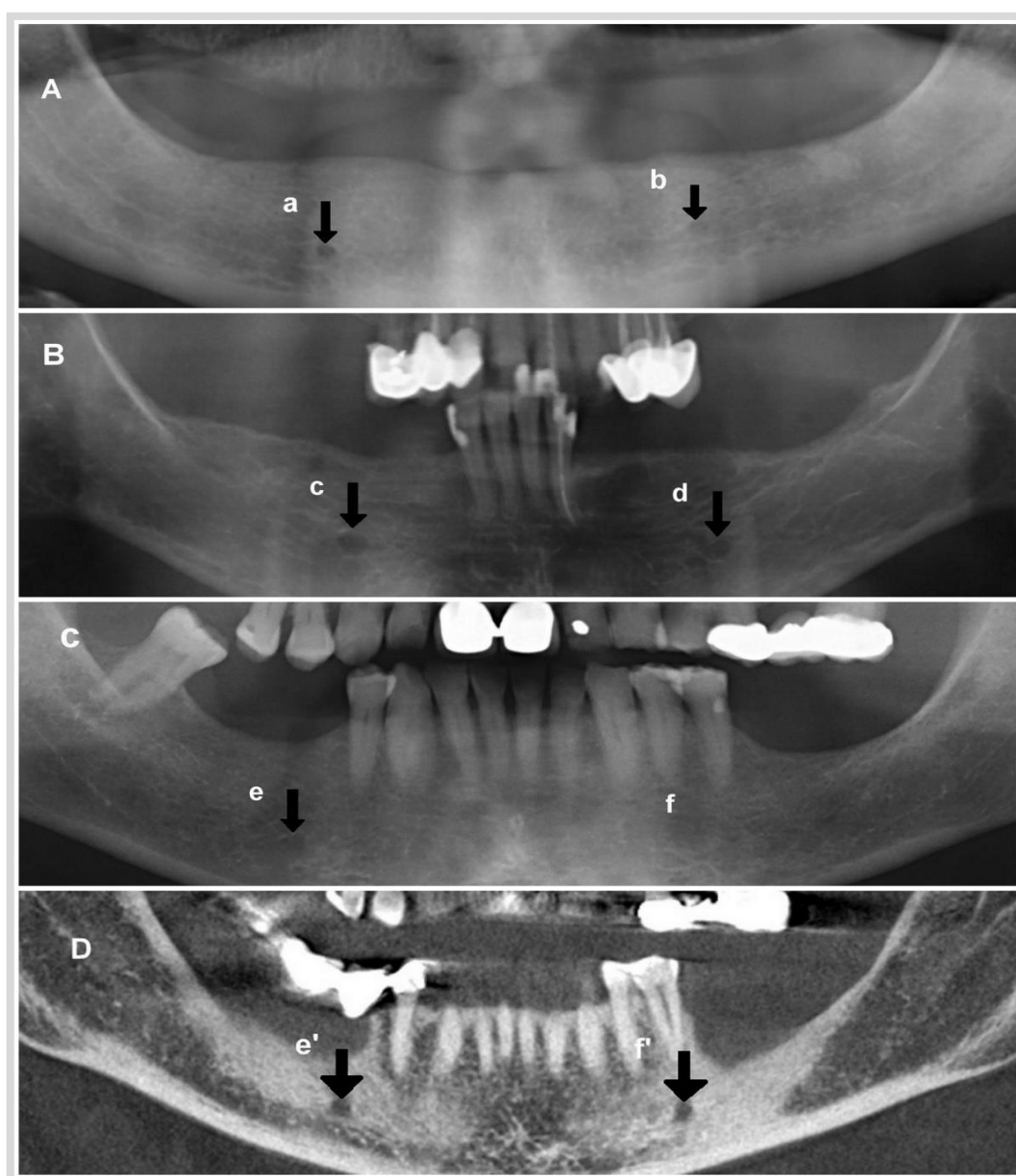


Figura 53. Foramen mentoniano en ortopantomografías (A,B,C): continuo (a), separado (c,d), difuso (b,e), y no identificado (f), (clasificación de Yosue y Brooks¹³⁸). Foramen mentoniano en tomografía computerizada de haz cónico (D): El foramen mentoniano izquierdo (f') se visualiza mediante reconstrucciones para-panorámicas que correspondiente al paciente C).

Respecto al aspecto o la apariencia del foramen mentoniano en ortopantomografías, se observan diferencias estadísticamente significativa entre varones y mujeres ($p=0,000$) (Tabla 51). El aspecto del foramen mentoniano presenta una asimetría entre la hemimandíbula derecha e izquierda en el 48,54% de los casos. Además su identificación respecto a visibilidad o no, indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre varones y mujeres. El foramen mentoniano se identifica con mayor facilidad en varones ($p=0,037$) (Tabla 52) (Fig. 54).

Tabla 51. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías según el género.

	SEPARADO N(%)	CONTINUO N(%)	DIFUSO N(%)	NO IDENTIFICADO N(%)	p-valor
GÉNERO					
Mujeres (n=410)	49(11,95)	94(22,92)	191(46,58)	76(18,53)	0,000*
Varones (n=278)	22(7,91)	109(39,20)	112(40,28)	35(12,58)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Tabla 52. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el género.

	VISIBLE N(%)	NO VISIBLE N(%)	p-valor
GÉNERO			
Mujeres (n=410)	334(81,46)	76(18,53)	0,037*
Varones (n=278)	243(87,41)	35(12,58)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

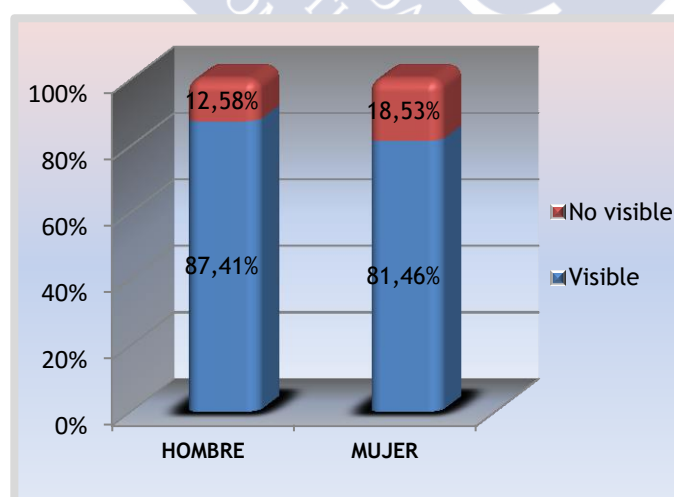


Figura 54. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el género.

Cuando se analiza el aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías respecto a la edad, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos

de edad ($p=0,016$) (Tabla 53). La identificación del foramen mentoniano, es decir su visibilidad o no, es estadísticamente diferente entre los pacientes menores de 50 años y los pacientes de mayor edad. El foramen mentoniano se identificó con mayor facilidad en el grupo de pacientes de menor edad ($p=0,033$) (Tabla 54) (Fig. 55).

Tabla 53. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías según la edad.

	SEPARADO N (%)	CONTINUO N (%)	DIFUSO N (%)	NO IDENTIFICADO N (%)	p-valor
EDAD					
< 50 años (n=336)	28 (8,33)	100 (29,76)	164 (48,80)	44 (13,09)	0,016*
≥ 50 años (n=352)	43 (12,21)	103 (29,26)	139 (39,48)	67 (19,03)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Tabla 54. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según la edad.

	VISIBLE N (%)	NO VISIBLE N (%)	p-valor
EDAD			
< 50 años (n=336)	292 (86,90)	44 (13,09)	0,033*
≥ 50 años (n=352)	285 (80,96)	67 (19,03)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

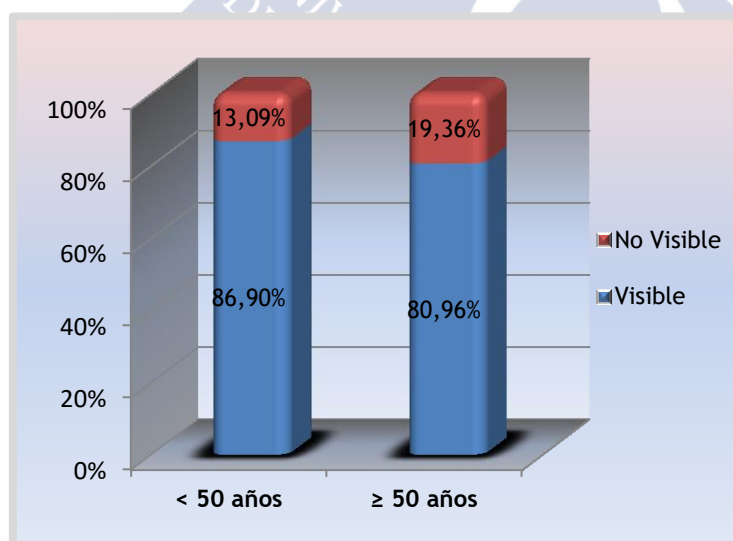


Figura 55. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según la edad.

Cuando se analiza la apariencia del foramen mentoniano en ortopantomografías, teniendo en cuenta el estado dental de los pacientes, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los estados dentales ($p=0,048$) (Tabla 55). Desde el punto

de vista descriptivo, en el grupo de dentados no se identifican 95 (13,09%) forámenes mentonianos, en el grupo de parcialmente dentados no se identifican 8 (28,57%) y en el grupo de desdentados tampoco se identifican 8 (17,39%). Respecto a la identificación del foramen mentoniano atendiendo al estado dental no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,174$) (Tabla 56).

Tabla 55. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías según el estado de edentulismo.

	SEPARADO N (%)	CONTINUO N (%)	DIFUSO N (%)	NO IDENTIFICADO N (%)	p-valor
ESTADO DE EDENTULISMO					
Dentado(n=614)	58 (9,44)	183 (29,80)	278 (45,27)	95 (13,09)	0,048*
Parcialmente dentado y desdentado (n=74)	13 (17,56)	20 (27,02)	25 (33,78)	16 (21,62)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Tabla 56. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el estado de edentulismo.

	VISIBLE N (%)	NO VISIBLE N (%)	p-valor
ESTADO DE EDENTULISMO			
Dentado(n=614)	519 (84,52)	95 (15,47)	0,174
Parcialmente dentado y desdentado (n=66)	50 (75,75)	16 (24,24)	

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Respecto al análisis de las características morfométricas del foramen mentoniano en relación a su aspecto en ortopantomografías, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el ángulo de emergencia y las distancias FM-BSM y FM-BIM ($p=0,000$, $p=0,006$ y $p=0,009$). El ángulo de emergencia de los forámenes mentonianos separados del conducto dentario inferior, es significativamente superior al ángulo de los forámenes mentonianos difusos y al ángulo de los forámenes mentonianos no identificados ($p=0,000$ y $p=0,000$). La distancia FM-BSM de los forámenes mentonianos separados del conducto dentario inferior es significativamente inferior a la distancia FM-BSM en forámenes difusos ($p=0,004$). Por otro lado, respecto a la distancia FM-BIM de los forámenes mentonianos separados del conducto dentario inferior es significativamente inferior a la distancia FM-BIM en forámenes continuos con el conducto dentario inferior y significativamente inferior a la distancia FM-BIM en forámenes difusos ($p=0,006$ y $p=0,019$) (Tabla 57).

Tabla 57. Características morfométricas del foramen mentoniano en relación a su aspecto en ortopantomografías.

	SEPARADO (n=71) Media±DE	CONTINUO (n=203) Media±DE	DIFUSO (n=303) Media±DE	NO IDENTIFICADO (n=111) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	2,95±0,56	3,01±0,74	2,90±0,82	2,78±0,69	0,072
DIÁMETRO MAYOR	4,44±0,80	4,54±1,12	4,43±1,20	4,26±1,11	0,207
ÁREA	10,63±3,65	11,09±4,72	10,58±5,58	9,70±4,52	0,141
FM-BSM	10,22±3,26†	11,39±3,11	11,72±3,35†	11,38±3,63	0,009*
FM-BIM	12,99±1,46†‡	13,72±1,55†	13,61±1,62‡	13,39±1,65	0,006*
ÁNGULO EMERGENCIA	60,21±17,84†‡	55,22±16,03	51,66±15,48†	50,77±14†	0,000*

FM-BMI: distancia desde el foramen mentoniano al borde inferior del cuerpo mandibular.

FM-BMS: distancia desde el foramen mentoniano al borde superior del cuerpo mandibular.

*Test ANOVA de un factor. Significancia $p \leq 0,05$.

En cuanto al análisis de las características morfométricas en relación a la visibilidad del foramen mentoniano, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el diámetro corto y área del foramen ($p=0,036$, $p=0,041$). Los forámenes mentonianos visualizados en la ortopantomografía presentan un diámetro corto y un área significativamente mayor en comparación con el grupo de forámenes mentonianos no visualizados (Tabla 58).

Tabla 58. Características morfométricas del foramen mentoniano en relación a su visibilidad en ortopantomografías.

	VISIBLE (n=577) Media±DE	NO VISIBLE (n=111) Media±DE	p-valor
DIÁMETRO MENOR	2,94±0,76	2,78±0,69	0,036*
DIÁMETRO MAYOR	4,47±1,13	4,26±1,11	0,067
ÁREA	10,77±5,08	9,70±4,52	0,041*
FM-BSM	11,42±3,29	11,38±3,63	0,907
FM-BIM	13,57±1,59	13,39±1,65	0,274
ÁNGULO EMERGENCIA	53,97±16,20	50,77±14	0,053

FM-BMI: distancia desde el foramen mentoniano al borde inferior del cuerpo mandibular.

FM-BMS: distancia desde el foramen mentoniano al borde superior del cuerpo mandibular.

*Prueba t de Student. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se analiza la forma del foramen mentoniano, oval y redonda, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en el aspecto que presenta el foramen mentoniano en ortopantomografías. Los forámenes con forma oval en CBCTs presentan un aspecto difuso en 236 casos (46,91%), y los forámenes con forma redonda presentan un aspecto difuso en ortopantomografías en 67 casos (36,21%) (Tabla 59) (Fig. 56). Cuando se

analiza la identificación del foramen mentoniano, la visibilidad de los forámenes no es diferente atendiendo a la forma (Tabla 60).

Tabla 59. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo a la forma del foramen mentoniano.

	SEPARADO N (%)	CONTÍNUO N (%)	DIFUSO N (%)	NO IDENTIFICADO N (%)	p-valor
FORMA					
Oval (n=503)	54 (10,73)	139 (27,63)	236 (46,91)	74 (14,71)	0,038*
Redondo (n=185)	17 (9,18)	64 (34,59)	67 (36,21)	37 (20)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

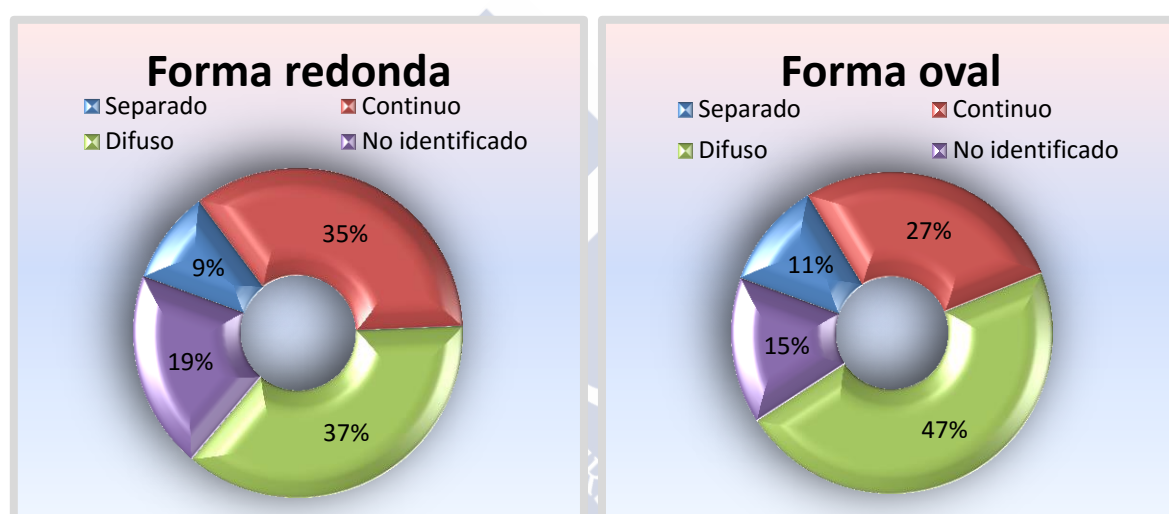


Figura 56. Distribución del aspecto del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo a la forma del foramen mentoniano.

Tabla 60. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo a la forma del foramen mentoniano.

	VISIBLE N (%)	NO VISIBLE N (%)	p-valor
FORMA			
Oval (n=503)	429 (85,28)	74 (14,71)	0,095
Redondo (n=185)	148 (80)	37 (20)	

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

La visibilidad del foramen mentoniano respecto al tipo de emergencia se muestra en la tabla 61.

Tabla 61. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías atendiendo al tipo de emergencia del foramen mentoniano.

	VISIBLE N (%)	NO VISIBLE N(%)
Superior (n=521)	431 (82,27)	90 (17,27)
Directa (n=112)	96 (85,71)	16 (14,28)
Posterior (n=36)	34 (94,44)	2 (5,55)
Anterior (n=19)	16 (84,21)	3 (15,78)

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Con respecto al lado mandibular, la visibilidad del foramen mentoniano no muestra diferencias estadísticamente significativas entre las dos hemimandíbulas (Tabla 62).

Tabla 62. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías según el lado mandibular.

	VISIBLE N (%)	NO VISIBLE N (%)	p-valor
Hemimandíbula derecha (n=344)	294 (85,46)	50 (14,53)	0,254
Hemimandíbula izquierda (n=344)	283 (82,26)	61 (17,73)	

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se analiza la visibilidad del foramen mentoniano atendiendo a la presencia o no del foramen mentoniano accesorio, se observan diferencias estadísticamente significativas cuando existen forámenes mentonianos accesorios. Se ha observado que la visibilidad de los forámenes mentonianos es inferior cuando existe un foramen mentoniano accesorio (Tabla 63) (Fig.57). Cuando no existe foramen mentoniano accesorio la visibilidad del foramen mentoniano es del 84,9%, y cuando existe foramen mentoniano accesorio la visibilidad del foramen mentoniano es del 68,8%.

Tabla 63. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías en relación a la presencia de forámenes mentonianos accesorios.

	VISIBLE N (%)	NO VISIBLE N (%)	p-valor
Ausencia FMA (n=643)	546 (84,91)	97 (15,08)	0,005*
Presencia FMA (n=45)	31 (68,88)	14 (31,11)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

En el modelo de regresión logística binaria se han incluido las siguientes variables: las características morfométricas del foramen mentoniano, la calidad ósea, el género y la edad. De todas estas variables solo el diámetro corto, la forma del foramen mentoniano, el ángulo

de emergencia y la edad resultan ser factores que influyen significativamente en la visualización de los forámenes mentonianos en ortopantomografías (Tabla 64).

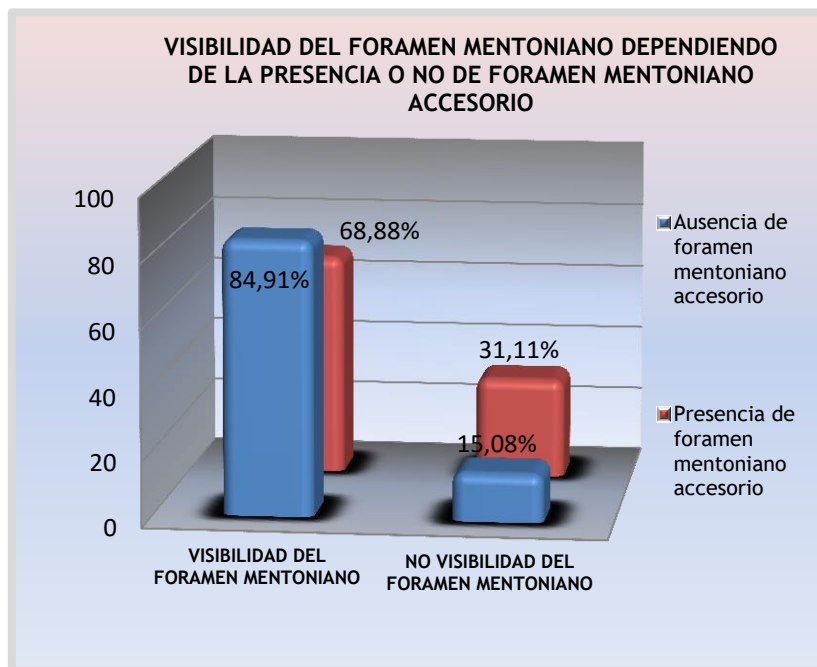


Figura 57. Distribución de la visibilidad en ortopantomografías en relación a la presencia de forámenes mentonianos accesorios.

Respecto a la edad, la tasa de visibilidad en ortopantomografías es superior en el grupo de edad inferior a 50 años ($B=0,618$, $p=0,005$). La probabilidad de visibilidad de un foramen mentoniano en pacientes menores de 50 años es 1,8 veces superior que en los pacientes de más de 50 años. Con respecto a la forma del foramen mentoniano, la visibilidad es superior en los forámenes ovales ($B=0,550$, $p=0,020$). La probabilidad de visibilidad de un foramen mentoniano oval es 1,7 veces superior en comparación con un foramen redondo. En relación al ángulo de emergencia, el análisis revela que cuanto mayor es el ángulo de emergencia mejor es la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías ($B=0,200$, $p=0,008$).

Respecto al diámetro menor del foramen mentoniano, el análisis de regresión revela que cuanto mayor es el diámetro menor, mejor es la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías ($B=0,432$, $p=0,005$).

Tabla 64. Efecto del género, edad, estado dental y las características morfométricas del foramen mentoniano y morfológicas del hueso en la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías.

	B	p-valor	ODDS RATIO	IC 95% PARA OR	
				Inferior	Superior
GÉNERO		0,095			
EDAD		0,321			
Edad < 50	0,618	0,005*	1,856	1,202	2,867
ESTADO DENTAL					
Dentados		0,236			
Parcialmente dentado		0,110			
Edéntulo		0,270			
FORMA (redondo)	-0,550	0,020*	0,577	0,364	0,915
ÁNGULO DE EMERGENCIA	0,200	0,008*	1,020	1,005	1,036
TIPO DE EMERGENCIA					
Superior		0,186			
Directa		0,310			
Posterior		0,296			
Anterior		0,950			
DIÁMETRO CORTO	0,432	0,005*	1,540	1,140	2,081
DIÁMETRO LARGO		0,172			
ÁREA		0,114			
LADO		0,392			
ÍNDICE CORTICAL MANDIBULAR ¹²¹					
C1		0,413			
C2		0,597			
C3		0,611			
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰					
Tipo I		0,818			
Tipo II		0,351			
Tipo III		0,555			
Tipo IV		0,511			

*Regresión logística binaria. Significancia $p \leq 0,05$.

5.2.4 Foramen mentoniano accesorio en ortopantomografías

Se han identificado un total de 22 (6,30%) forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías, de los cuales 11 son varones y 11 mujeres. Cuando se valora las hemimandíbulas en ortopantomografías se observan 22 (3,15%) forámenes mentonianos accesorios, de los cuales 12 se sitúan en la hemimandíbula derecha y 10 en la hemimandíbula izquierda. Del total de 48 forámenes mentonianos accesorios observados en la CBCT, 22 (45,83%) son identificados mediante ortopantomografías (Fig. 58 y Fig. 59).

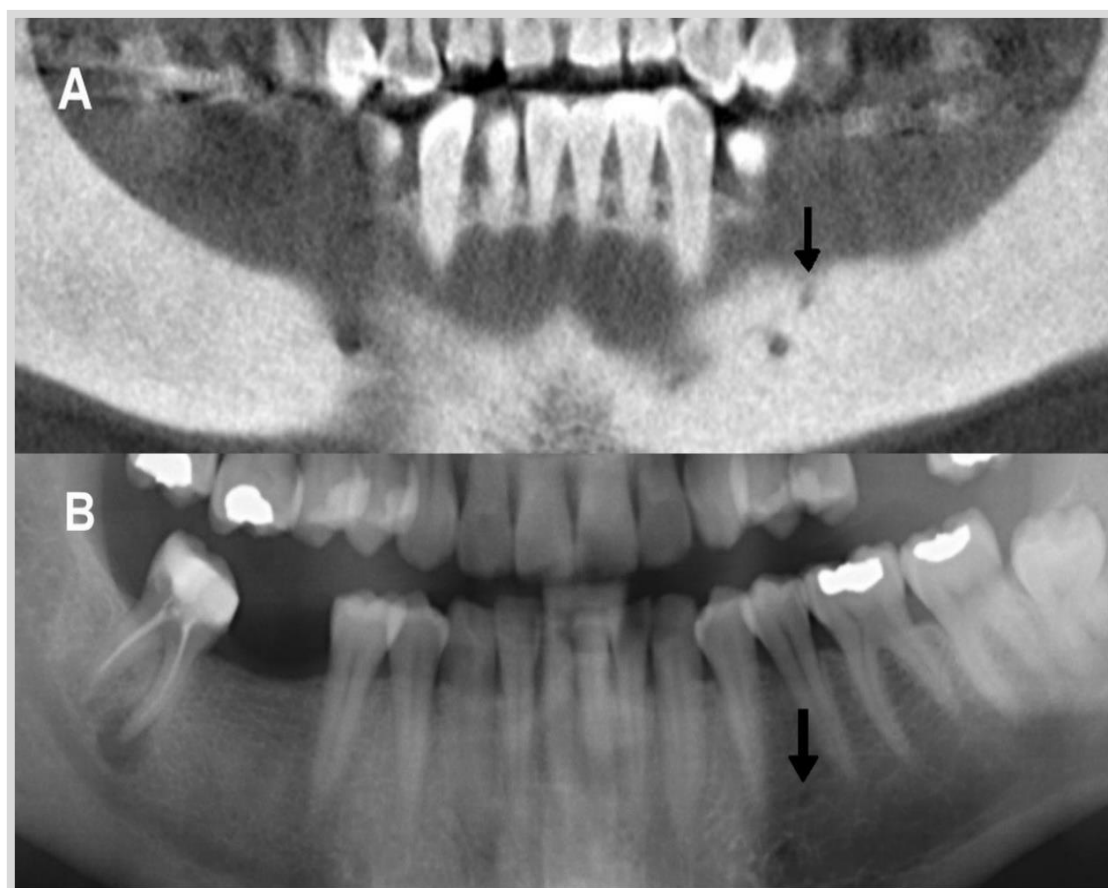


Figura 58. Foramen mentoniano accesorio en reconstrucción para-panorámica de tomografía computarizada de haz cónico (A). Foramen mentoniano accesorio visualizado en la ortopantomografía correspondiente (B)

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en relación al género, a la edad o el lado mandibular, respecto a la visibilidad del foramen mentoniano accesorio en ortopantomografías (Tabla 65).

Tabla 65. Distribución de la visibilidad del foramen mentoniano accesorio en ortopantomografías según el género, la edad y el lado mandibular.

	VISIBLE N (%)	NO VISIBLE N (%)	p-valor
GÉNERO			
Mujeres (n=27)	11 (40,74)	16 (59,25)	p=0,181
Varones (n=18)	11 (57,89)	7 (42,10)	
EDAD			
< de 50 años (n=21)	9 (42,85)	1 (57,14)	p=0,449
≥ de 50 años (n=24)	13 (54,16)	11 (45,83)	
HEMIMANDÍBULA			
Derecha (n=28)	12 (42,85)	16 (57,14)	p=0,624
Izquierda (n=20)	10 (50)	10 (50)	

Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

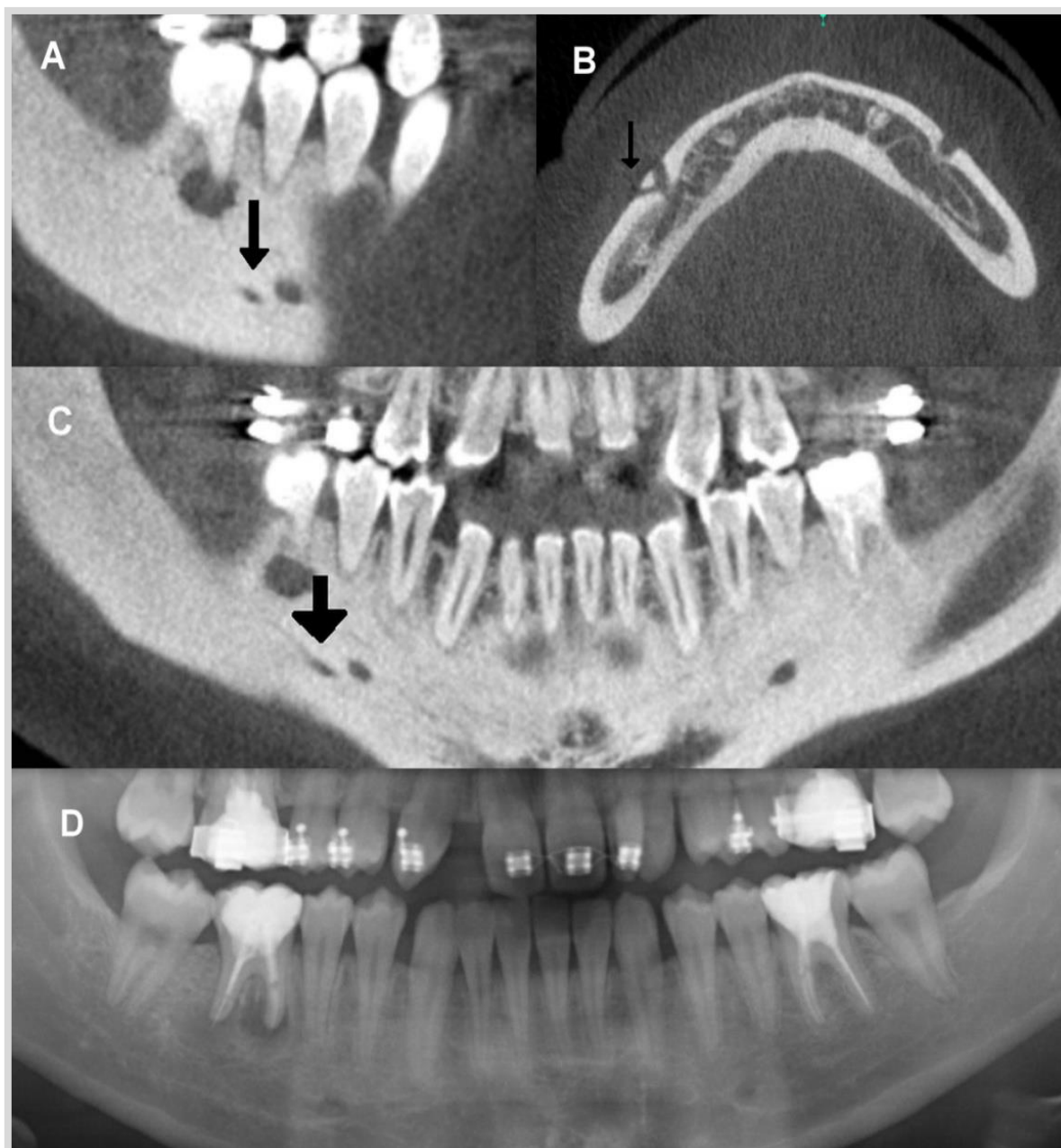


Figura 59. Comparación entre imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) (A,B,C), y de ortopantomografía (D) en la mandíbula del mismo paciente. Reconstrucciones sagital (A), axial (B) y para-panorámica de CBCT revelan la existencia de una ramificación accesoria del foramen mentoniano (FM) en dirección posterior, emergiendo en la cortical a través de un FM accesorio. En la ortopantomografía solo es posible identificar el FM (D)

En el modelo de regresión logística binaria se han incluido las siguientes variables: las características morfométricas del foramen mentoniano accesorio, la calidad ósea, el género y la edad. Ninguna de estas variables resultó influir significativamente en la visualización de los forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías (Tabla 66).

Tabla 66. Efecto del género, la edad, el estado dental y las características morfométricas del foramen mentoniano accesorio y morfológicas del hueso en la visibilidad del foramen mentoniano, en ortopantomografías.

	<i>p</i> -valor
GÉNERO	0,834
EDAD	0,128
Edad < 50	0,296
ESTADO DENTAL	
Dentado	0,671
Parcialmente dentado	0,810
Edéntulo	0,908
FORMA (redondo)	0,824
DISTANCIA MF/AMF	0,211
LUGAR DE BIFURCACIÓN	
Antes del bucle del CDI	0,999
En el bucle del CDI	0,999
Después del bucle del CDI	0,891
DIÁMETRO CORTO	0,352
DIÁMETRO LARGO	0,602
ÁREA	0,477
LADO	0,792
ÍNDICE CORTICAL MANDIBULAR ¹²¹	
C1	0,233
C2	---
C3	---
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰	
Tipo I	0,323
Tipo II	0,436
Tipo III	0,295
Tipo IV	0,605

Regresión logística binaria.

FM, foramen mentoniano.

CDI, conducto dentario inferior.

5.2.5 Características óseas en las regiones del foramen mentoniano y foramen mentoniano accesorio

Los resultados para el estadístico Kappa muestran una concordancia de 0,463 y 0,846 para el análisis óseo en CBCT, mediante el MCI de Klemetti¹²¹, y la clasificación de Lekholm y Zarb¹²⁰, respectivamente.

El análisis morfológico óseo mediante el MCI muestra un predominio del índice C1. Un total de 561 (81,54%) hemimandíbulas de CBCTs (cortes transversales en la zona del foramen

mentoniano) mostraron el índice C1, de los cuales un total de 340 (60,60%) corresponden a mujeres y 221 (39,39%) a varones. Por grupos de edad, un total de 298 (48,83%) hemimandíbulas de pacientes menores de 50 años y 263 (53,11%) de pacientes con edad mayor o igual a 50 años, presentan un índice C1 (Tablas 67, 68 y 69).

Un total de 110 (15,98%) hemimandíbulas de CBCTs presentan un índice C2, de las cuales un total de 37 (33,63%) hemimandíbulas de pacientes con edad inferior a 50 años y 73 (66,36%) de pacientes con edad superior o igual a 50 años, presentan un índice C2 (Tablas 67, 68 y 69).

Se observan diferencias estadísticamente significativas en el MCI atendiendo al género ($p=0,025$) (Tabla 68) y a la edad ($p=0,000$) (Tabla 69). En cuanto al estado de edentulismo, no se observan diferencias estadísticamente significativas en el MCI (Tabla 70).

Tabla 67. Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano (FM) y foramen mentoniano accesorio (FMA).

	ÍNDICE C1 N (%)	ÍNDICE C2 N (%)	ÍNDICE C3 N (%)	
ÍNDICE CORTICAL MANDIBULAR ¹²¹ EN FM (n=688)	561 (81,54)	110 (15,98)	17 (2,47)	
ÍNDICE CORTICAL MANDIBULAR ¹²¹ EN FMA (n=45)	36 (80)	9 (20)	0	
	TIPO I N (%)	TIPO II N (%)	TIPO III N (%)	TIPO IV N (%)
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FM (n=688)	24 (3,48)	281 (40,84)	363 (52,76)	20 (2,90)
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FMA (n=45)	1 (2,22)	19 (42,22)	23 (51,11)	2 (4,44)

El análisis de la estructura ósea mediante la clasificación de Lekholm y Zarb¹²⁰ revela un predominio de los huesos de tipo III y tipo II. Un total de 363 (52,76%) hemimandíbulas de CBCTs (cortes transversales en la zona del foramen mentoniano) muestran un hueso tipo III, de los cuales 226 (62,25%) corresponden a mujeres y 137 (37,74%) a varones. Por grupos de edad, un total de 191 (52,61%) hemimandíbulas de pacientes con edad inferior a 50 años y 172 (47,38%) de pacientes con edad superior o igual a 50 años, presentan un hueso tipo III (Tablas 67, 68 y 69).

Un total de 281 (40,84%) hemimandíbulas de CBCTs presentan un hueso tipo II, de los cuales un total de 157 (55,87%) corresponden a mujeres y 124 (44,12%) a varones. Por grupos de edad, un total de 131 (46,61%) hemimandíbulas de pacientes con edad inferior a 50 años y

150 (53,38%) de pacientes con edad superior o igual a 50 años, presentan un hueso tipo II (Tablas 67, 68 y 69).

Se observan diferencias estadísticamente significativas en el tipo de hueso según la clasificación de Lekholm y Zarb¹²⁰ atendiendo al género ($p=0,045$) (Tabla 68) y a la edad ($p=0,038$) (Tabla 69). En cuanto al estado de edentulismo, también se observan diferencias estadísticamente significativas en el tipo de hueso según la clasificación de Lekholm y Zarb¹²⁰ ($p=0,000$) (Tabla 70).

Tabla 68. Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano (FM) y foramen mentoniano accesorio (FMA) según el género.

	ÍNDICE C1 N (%)	ÍNDICE C2 N (%)	ÍNDICE C3 N (%)	p-valor	
ÍNDICE CORTICALMANDIBULAR ¹²¹ EN FM					
Mujeres (n=410)	340 (82,92)	56 (13,65)	14 (3,41)	$p=0,025^*$	
Varones (n=278)	221 (79,49)	54 (19,42)	3 (1,07)		
ÍNDICE CORTICAL MANDIBULAR ¹²¹ EN FMA					
Mujeres (n=27)	21 (77,77)	6 (22,22)	0 (0)	---	
Varones (n=18)	15 (83,33)	3 (16,66)	0 (0)		
	TIPO I N (%)	TIPO II N (%)	TIPO III N (%)	TIPO IV N (%)	p-valor
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FM					
Mujeres (n=410)	11 (2,68)	157 (38,29)	226 (55,12)	16 (3,90)	$p=0,045^*$
Varones (n=278)	13 (4,67)	124 (44,60)	137 (49,28)	4 (1,43)	
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FMA					
Mujeres (n=27)	1 (3,70)	12 (44,44)	12 (44,44)	2 (7,40)	---
Varones (n=18)	0 (0)	7 (38,88)	11 (61,11)	0 (0)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Tabla 69. Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano (FM) y foramen mentoniano accesorio (FMA) según la edad.

	ÍNDICE C1 N (%)	ÍNDICE C2 N (%)	ÍNDICE C3 N (%)	p-valor	
ÍNDICE CORTICALMANDIBULAR ¹²¹ EN FM					
< 50 años (n=336)	298 (88,69)	37 (11,01)	1 (0,29)	p=0,000*	
≥ 50 años (n=352)	263 (74,71)	73 (20,73)	16 (5,63)		
ÍNDICE CORTICAL MANDIBULAR ¹²¹ EN FMA					
< 50 años (n=21)	19 (90,47)	2 (9,52)	0 (0)	---	
≥ 50 años (n=24)	17 (70,83)	7 (29,16)	0 (0)		
	TIPO I N (%)	TIPO II N (%)	TIPO III N (%)	TIPO IV N (%)	p-valor
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FM					
< 50 años (n=336)	9 (2,67)	131 (38,98)	191 (56,84)	5 (1,48)	p=0,038*
≥ 50 años (n=352)	15 (4,26)	150 (42,61)	172 (48,86)	15 (4,26)	
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FMA					
< 50 años (n=21)	0 (0)	8 (38,09)	13 (61,90)	0 (0)	---
≥ 50 años (n=24)	1 (4,16)	11 (45,83)	10 (41,66)	2 (8,33)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.

Tabla 70. Características morfológicas óseas a nivel del foramen mentoniano (FM) y foramen mentoniano accesorio (FMA) atendiendo al estado de edentulismo.

	ÍNDICE C1 N (%)	ÍNDICE C2 N (%)	ÍNDICE C3 N (%)	p-valor	
ÍNDICE CORTICALMANDIBULAR ¹²¹ EN FM					
Dentado (n=614)	505 (82,24)	96 (15,63)	13 (2,11)	p=0,158	
Parcialmente dentado y desdentado (n=74)	56 (75,67)	14 (18,91)	4 (5,40)		
ÍNDICE CORTICALMANDIBULAR ¹²¹ EN FMA					
Dentado (n=41)	32 (79,54)	9 (20,45)	0 (0)	---	
Parcialmente dentado y desdentado (n=4)	4 (100)	0 (0)	0 (0)		
	TIPO I N (%)	TIPO II N (%)	TIPO III N (%)	TIPO IV N (%)	p-valor
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FM					
Dentado (n=614)	16 (2,60)	250 (40,71)	330 (53,74)	15 (2,44)	p=0,000*
Parcialmente dentado y desdentado (n=74)	8 (10,8)	31 (41,89)	30 (40,54)	5 (6,75)	
TIPO DE HUESO LEKHOLM Y ZARB ¹²⁰ EN FMA					
Dentado (n=41)	1 (2,43)	18 (43,90)	20 (48,80)	2 (4,87)	---
Parcialmente dentado y desdentado (n=4)	0 (0)	1 (25)	3 (75)	0 (0)	

*Test Chi-cuadrado. Significancia $p \leq 0,05$.



6. DISCUSIÓN





6 DISCUSIÓN

Según nuestro conocimiento, este es el primer estudio que analiza la relación entre las características morfológicas de los CMs bífidos y su visibilidad en ortopantomografías. Los únicos estudios disponibles se centran en realizar una descripción de la presencia de CMs bífidos en ortopantomografías, sin analizar los factores potencialmente influyentes en su visibilidad^{23, 25, 27, 34, 265-267}.

6.1 CANALES MANDIBULARES BÍFIDOS

En 1927, Olivier²⁰ describe que el conducto dentario inferior se presenta en forma de un único canal en el 60% de las mandíbulas. En el resto de los casos, los canales están ramificados dentro del hueso y presentan una menor definición. Con posterioridad, en 1973, aparecen dos estudios sobre bifurcaciones del conducto dentario inferior, observado como una característica radiológica de interés^{21, 22}. La presencia de ramificaciones del conducto dentario inferior, es la segunda variante anatómica más común después de la presencia de canales incisivos de gran diámetro⁷². Chavez-Lomeli y cols.⁹ describen que el canal mandibular deriva de tres ramas nerviosas individuales con diferente origen, según el estado de desarrollo de la mandíbula. Al mismo tiempo que el proceso de fusión de las ramas del nervio progresa, comienza la osificación membranosa intraósea y se extiende alrededor de la trayectoria del nervio. La extensión de la osificación, a lo largo del borde lateral del cartílago de Meckel, produce un canal alrededor del nervio dentario inferior que con el tiempo constituye el canal dentario inferior. Esta teoría de la evolución del conducto dentario inferior puede explicar la formación de canales mandibulares bífidos en algunos pacientes, como resultado de una fusión incompleta de estos tres nervios⁹.

6.1.1 Canales mandibulares bífidos en tomografía computarizada de haz cónico

En la literatura científica, existen estudios realizados en poblaciones que pertenecen a diferentes etnias que describen la prevalencia de CMs bífidos en TCs y CBCTs^{33, 268, 269}. Estos estudios observan un amplio rango de prevalencia, que oscila entre el 10% y el 65% (tabla 71). La prevalencia encontrada por el presente estudio es similar a la observada por Fu y cols.³¹, Shen y cols.²⁷⁰ y Orhan y cols.²⁶⁹, los cuales identifican la presencia de CMs bífidos entre el 30,6 y el 42% de los pacientes y entre el 18,5 y el 27% de las hemimandíbulas analizadas. El estudio que presenta mayor tamaño muestral incluye un total de 2000 pacientes, y obtiene una prevalencia del 10%. Esto indica que la presencia de CMs bífidos constituye una variación anatómica relativamente frecuente en la población.

Tabla 71. Prevalencia de canales mandibulares (CMs) bífidos en estudios realizados mediante tomografía de haz cónico (CBCT).

	NÚMERO DE CBCTs N	FRECUENCIA DE CMs BÍFIDOS (%)	GÉNERO	EDAD
Yi y cols. ²⁷¹ (2015) (China)	216	18	NC.	NC.
Shen y cols. ²⁷⁰ (2014) (Taiwan)	308	41,2	NC.	NC.
Rashuren y cols. ²⁷² (2014) (Korea)	500	22,6	No dif.	No dif. 6,6%(20s); 11,2%(30s);9,1%(40s); 14,2%(50s);14,6%(60s)
Leite y cols. ⁷² (2014) (Brasil)	250	12	NC.	NC.
Muinel y cols. ²⁷³ (2014) (España)	225	36,8	>frec. varones	No dif. 39,3%(<50s), 33,6%(≥50s)
Kang y cols. ²⁷⁴ (2014) (Korea)	1933	10,2	No dif.	No dif.
Neves y cols. ²⁶⁷ (2014) (Brasil)	127	9,8	NC.	NC.
Orham y cols. ³² (2013) (Turquía) (niños)	63	42,8	NC.	No dif.
Fu y cols. ³¹ (2012) (Taiwan)(TC)	173	30,6	>frec. varones	NC.
de-Oliveira y cols. ²⁷⁵ (2012) (Bélgica)	100	19	No dif.	No dif.
Orham y cols. ²⁶⁹ (2011) (Turquía)	242	66,5	No dif.	NC.
Kuribayashi y cols. ²⁶⁸ (2010) (Japón)	310	15,6	No dif.	NC.
Naitoh y cols. ²⁷⁶ (2009) (Japón)	122	64,8	No dif.	NC.

NC.: No constan datos.

No dif.: Se describe que no existen diferencias significativas. Significancia $p \leq 0,05$.

Cuando se analiza la frecuencia de los CMs bífidos respecto al género observamos, en el presente estudio, que la frecuencia de los CMs bífidos es significativamente mayor en

varones, lo cual concuerda con lo observado por Fu y cols.³¹ en un estudio sobre TC. Sin embargo, otros estudios no observan este tipo de asociación^{32, 33, 269, 272, 274, 275}. Correr y cols.²⁷⁷ argumentan que las diferencias en la prevalencia atendiendo al género observadas por Fu y cols.³¹ pueden estar relacionadas con la población observada. Hay que mencionar que Fu y cols.³¹ obtienen la muestra de la población de Taiwan, asiática. Sin embargo nuestro estudio está basado en una población europea. Revisando la literatura científica observamos que el único estudio realizado sobre CBCTs que está basado en la población europea, en concreto en la población de Bélgica, es el de Oliveira y cols.²⁷⁵ el cual no encuentra diferencias entre ambos sexos. Otros estudios han descrito una mayor prevalencia de CMs bífidos en las mujeres^{25, 33, 268, 277}. Sin embargo, no muestran diferencias significativas entre géneros.

Cuando se analiza la frecuencia de CMs bífidos atendiendo a la edad, la información existente es escasa. Los pocos estudios que relacionan estas variables no encuentran una asociación. Los estudios de Kang y cols.²⁷⁴ y de Rashuren y cols.²⁷² realizan una descripción detallada de la frecuencia de CMs bífidos en pacientes con edades comprendidas entre los 20 y los 60 años. En el estudio realizado por Kang y cols.²⁷⁴, utilizando una muestra de 2000 CBCTs, observan una mayor frecuencia en pacientes con una edad por encima de los 50 años. Sin embargo, en el estudio realizado por Rashuren y cols.²⁷², la presencia de CMs bífidos es superior en los pacientes más jóvenes. La mayor prevalencia corresponde a las edades comprendidas entre los 10 y los 30 años, y mayoritariamente en la cuarta década de vida. En el presente estudio, la frecuencia de CMs bífidos es superior en pacientes con edades menores de 50 años, y en concordancia con lo observado en la literatura científica^{269, 272, 274, 275}, tampoco se ha encontrado una asociación entre la edad y la presencia de CMs bífidos.

En el presente estudio hemos usado la clasificación de CMs bífidos de Naitoh y cols.³³, a la cual hemos añadido un tipo de canal no descrito con anterioridad, denominado canal superior. Este tipo de CM bífido presenta una dirección ascendente y no cumple los criterios necesarios para su clasificación dentro de ningún otro tipo. Otros estudios realizados en ortopantomografías sugieren el uso de otras clasificaciones^{25, 26}. Sin embargo, la clasificación de Naitoh y cols.³³ es la más usada en estudios con CBCTs.

En relación al tipo de bifurcación de los canales mandibulares bífidos, varios autores^{32, 33, 72, 269, 274, 278} describen los CMs bífidos anteriores y retromolares como los tipos de bifurcaciones más frecuentes. Concretamente, los resultados de Orhan y cols.²⁶⁹ muestran una distribución similar en ambos tipos de CMs bífidos, siendo de 38 y 35% respectivamente, lo

cual supone en total las tres cuartas partes de los CMs bífidos observados en su muestra. Naitoh y cols.³³ describen una mayor presencia de CMs bífidos anteriores, alcanzando un valor del 59%, lo cual supone el doble de los CMs bífidos retromolares detectados en su muestra. Además Naitoh y cols.²⁷⁸ describen, en su pequeño tamaño muestral de 28 CBCTs, que el 85% de los CMs bífidos observados son retromolares y el 15% del tipo anterior. De-Oliveira y cols.²⁷⁵ muestran un porcentaje similar al estudio de Naitoh y cols.²⁷⁸ aunque, como explican los autores, el estudio presenta alguna limitación, como que la búsqueda solo incluye CMs bífidos con un diámetro superior a un milímetro. Por otro lado, un dato curioso y que sorprende es que solo encuentran estos dos tipos de CMs bífidos en toda su muestra, que es de 100 pacientes. El presente estudio, sin embargo, muestra una distribución similar a otros estudios^{33, 72, 269}. Los CMs bífidos observados con mayor frecuencia en nuestro estudio son los anteriores y los retromolares. Ambos canales representan el 75% del total de CMs bífidos. Este porcentaje es similar al que describen Orham y cols.²⁶⁹, y también similar a lo descrito por Leite y cols.⁷², describiendo este último, un 37% para los canales anteriores y un 45% para los retromolares.

Respecto a otros tipos de clasificaciones utilizadas para los CMs bífidos, los estudios descritos difieren con nuestros hallazgos y con los hallazgos de otros autores^{33, 269, 274}. Kuribayashi y cols.²⁶⁸ describen, como el tipo de CM bífido más común, el canal dental (tipo II de la clasificación de Nortjé y cols.²⁶), representando el 85% de la muestra total. Este autor utiliza la clasificación de los CMs bífidos según descrita por Nortjé y cols.²⁶, sin embargo, sus resultados no pueden ser explicados por la clasificación que utiliza, ya que existe una concordancia entre el tipo dental de Naitoh y cols.³³ y el tipo II de Nortjé y cols.²⁶. Por otro lado, Fu y cols.³¹ describen que más de la mitad de los CMs bífidos observados en su estudio corresponden a CMs bífidos retromolares y dentales (tipos IV y II en la clasificación de Nortjé y cols.²⁶), sin realizar una descripción más detallada de los tipos de canales observados, ni de la clasificación empleada.

La clasificación de Langlais y cols.²⁵ basada en ortopantomografías, también ha sido empleada en investigaciones realizadas en CBCTs. Correr y cols.²⁷⁷ describen que el CM bífido más frecuente es el tipo I de Langlais y cols.²⁵, es decir, aquellos CMs bífidos unilaterales o bilaterales que se extienden a la zona del tercer molar mandibular o a sus alrededores (tipo retromolar de Naitoh y cols.³³), los cuales representan el 72% del total de los CMs bífidos. En el estudio de Correr y cols.²⁷⁷, el CM bífido tipo II de Langlais y cols.²⁵,

esdecir, aquellos CMs bífidos unilaterales o bilaterales en cuyo trayecto vuelven a unirse en la rama o en el cuerpo mandibular con el conducto dentario inferior (canal anterior de Naitoh y cols.³³), representan el 19%. La clasificación de Langlais y cols.²⁵ presenta ciertas limitaciones, porque no considera los CMs bífidos dentales y bucolinguales. Estos canales están incluidos en los tipos I y II de Langlais y cols.²⁵. Correr y cols.²⁷⁷ no detectan en ningún caso la bifurcación tipo IV, es decir aquellos con dos CMs bífidos, que presentan su origen en los forámenes mandibulares separados y que posteriormente se fusionan en un conducto dentario inferior único.

Los estudios de Kang y cols.²⁷⁴ y Leite y cols.⁷² muestran una distribución de los tipos de CMs que concuerdan con los resultados del presente estudio y con la mayor parte de la literatura científica^{33, 270, 275}. Ambos estudios observan que los tipos de CMs bífidos más comunes son los retromolar y anterior. Sin embargo, la presencia de CMs bífidos retromolares es ligeramente superior al tipo anterior, a diferencia de lo observado en el presente estudio y por otros autores^{33, 270, 275}. Otro estudio realizado por Rashsuren y cols.²⁷² describe, igual que Kang y cols.²⁷⁴ y que Leite y cols.⁷², una mayor prevalencia de canales retromolares, seguido de los canales del tipo anterior. Rashsuren y cols.²⁷² utiliza la clasificación de Naitoh y cols.³³, modificada con un quinto tipo de CM bífido, denominado canal trifido. El porcentaje de CMs retromolares en el estudio de Rashsuren y cols.²⁷² es muy elevado, si lo comparamos con el estudio de Kang y cols.²⁷⁴, ambos realizados en la población japonesa. Por otro lado, Rashsuren y cols.²⁷² no identifican ningún CM bífido bucolingual en su muestra de 500 CBCTs.

En los estudios realizados en CBCTs, el tipo de CM bífido dental presenta una prevalencia que oscila entre el 0,4% y el 18,8%^{33, 72, 272, 274}. Esto concuerda con el porcentaje observado en el presente estudio. Estos valores están por debajo de lo observado en CMs retromolares y en canales anteriores y presentan una mayor frecuencia que los CMs bucolinguales. Sin embargo, el estudio de Kuribayashi y cols.²⁶⁸ muestra una prevalencia de CMs dentales del 85%, se trata de un valor muy superior a lo observado en la literatura. Por otro lado, en ortopantomografías, Nortjé y cols.²⁶ observan que el tipo más frecuente de CMs bífidos es el canal anterior (tipo I).

En la mayor parte de la literatura científica, el tipo de CM bífido observado con menor frecuencia es el bucolingual^{33, 72, 272, 274}. Sin embargo, Orhan y cols.^{32, 269} describen una menor frecuencia de canales dentales, en comparación con los canales bucolinguales. En los estudios

de Naitoh y cols.²⁷⁸ y de-Oliveira y cols.²⁷⁵, los autores no detectaron la presencia de canales mandibulares bucolinguales, ni canales dentales. Sin embargo, el tamaño muestral usado por Naitoh y cols.²⁷⁸ es reducido, y por otro lado, el estudio realizado por de-Oliveira y cols.²⁷⁵ solo considera los CMs bífidos con un diámetro superior a 2 mm, circunstancias que podrían explicar la ausencia de estos CMs bífidos.

Respecto a los canales trífidos, Rashsuren y cols.²⁷², describen la presencia de canales trífidos en un 5,8% de la población. Añadiendo este tipo de canales realizan una modificación en la clasificación de Naitoh y cols.³³. El presente estudio también realiza una modificación de la clasificación de Naitoh y cols.³³, añadiendo el tipo de canal superior el cual presenta una prevalencia del 2,7%. Esta prevalencia es inferior a los canales bucolinguales. Las clasificaciones de Langlais y cols.²⁵ y Nortjé y cols.²⁶ describen un CM bífido que se origina en dos forámenes mandibulares separados, fusionándose posteriormente para formar un único conducto dentario (canal tipo IV de Langlais²⁵ y canal tipo III de Nortjé²⁶). En relación a este tipo de CM, Correr y cols.²⁷⁷ y Kuribayashi y cols.²⁶⁸ no observaron ningún paciente con este tipo de bifurcación. En nuestro estudio tampoco hemos identificado la presencia de CMs bífidos originados de forámenes mandibulares accesorios. Kuribayashi y cols.²⁶⁸, describen la presencia del tipo I de Nortjé²⁶ (CMs bífidos originados del mismo foramen mandibular y que presentan el mismo tamaño) en el 0,7% de los CBCTs. Correr y cols.²⁷⁷ identifican el tipo III de Langlais²⁶ (una combinación de los tipos I y II de Langlais) en el 8% de los casos. En general, los CMs bífidos retromolares y anteriores son los más frecuentes en la mayor parte de los estudios, mientras que los CMs bífidos dentales y bucolinguales presentan menor prevalencia^{33, 72, 269, 270, 274, 275}, aunque por encima de otros tipos, como los CMs superiores y los CMs trífidos.

Shen y cols.²⁷⁰ proponen una clasificación basada en la configuración y el curso de los CMs bífidos. Explican que un total de 2/3 a 1/3 de los CMs bífidos identificados no son adecuadamente clasificados dentro de ninguna de las categorías propuestas en las clasificaciones de Nortjé²⁶ y Naitoh³³, respectivamente. Shen y cols.²⁷⁰ realizan una clasificación descriptiva de acuerdo a la localización, a la dirección y a la confluencia con el conducto dentario inferior. La localización más frecuente es la zona retromolar y la zona de la rama mandibular. En cuanto a las direcciones horizontal y vertical, el 96% de los CMs bífidos cursan en sentido anterior y el 96% de los CMs bífidos describen un trayecto superior.

El único estudio que, según nuestro conocimiento, analiza cómo se distribuyen los tipos de CMs bífidos en niños, describe una distribución similar a los adultos. Orhan y cols.³² observan en niños, con edades comprendidas entre siete y dieciséis años, como tipo más común de CMs bífidos el tipo retromolar, alcanzando una frecuencia del 40%, y una frecuencia de canales anteriores del 27%. Sin embargo, a diferencia de lo observado en nuestro estudio, el tipo bucolingual muestra una prevalencia superior al tipo dental. La mayor parte de los estudios de población adulta muestran una distribución superior de CMs bífidos dentales en comparación con los bucolinguales^{31, 33, 72, 272, 274}. Aunque hay que comentar que existe un estudio en adultos²⁶⁹ que observa una mayor prevalencia de conductos bucolinguales respecto a los dentales.

El diámetro medio del conducto dentario inferior descrito en la literatura muestra un rango de 2,6 a 4,3 mm^{31, 268, 272, 274}. Respecto al análisis del diámetro de los CMs bífidos, estudios previos han mostrado diámetros medios con un amplio rango desde 0,9 a 2,2 mm^{31, 268, 270, 272, 274, 275}. De forma general, los CMs bífidos han sido descritos en la literatura mediante dos categorías atendiendo al diámetro: por un lado, superior al 50% del diámetro del conducto dentario inferior y por otro lado, inferior al 50% del diámetro del conducto dentario inferior²⁶⁸. Aquellos estudios que han relacionado el diámetro del CM bífido con el conducto dentario inferior describen que, un rango desde el 49% al 65,25% de los CMs bífidos, muestran un tamaño superior al 50% del diámetro del conducto dentario inferior. Por lo tanto, los CMs bífidos con un diámetro mayor o menor al 50% del conducto dentario inferior, se presentan en casi la misma proporción^{268, 272}. Rashuren y cols.²⁷² afirman que el diámetro de los CMs bífidos es aproximadamente la mitad del diámetro del conducto dentario inferior. En el presente estudio, se obtienen unos resultados en concordancia con los observados por otros autores, los cuáles publicaron un diámetro medio de los CMs bífidos de alrededor de 1,6 mm^{268, 275}. El diámetro medio de los CMs bífidos es superior en varones, en pacientes de mayor edad y en la hemimandíbula izquierda. En el presente estudio, se muestra que el diámetro es estadísticamente diferente en los distintos tipos de CMs bífidos, según la clasificación de Naitoh y cols.³³. El diámetro de los CMs bífidos retromolares es similar al diámetro descrito por otros autores²⁷⁹.

El análisis de la longitud de los CMs bífidos en la literatura, revela una media que oscila entre 10,1 mm y 14,9 mm^{31, 32, 269, 270, 274}. La longitud media en el presente estudio es de 7,1 mm. Esta menor longitud se debe al método empleado. El presente estudio ha realizado un

análisis de la distancia anteroposterior, a diferencia de estudios previos que registran la distancia lineal curvilínea que sigue el trayecto del CM bífido^{32, 269, 270}. Considerando la distancia anteroposterior y vertical, la distancia lineal recta en nuestro estudio alcanza unos valores similares a los observados en la literatura. Rashuren y cols.²⁷² describen una longitud media, en la población coreana, de 16,9 mm, considerablemente superior que en los estudios previos^{31-33, 269, 270, 274}. Los autores no explican las diferencias observadas en la longitud con respecto a otros estudios^{31-33, 269, 270, 274}. Orhan y cols.³² describen una longitud media inferior en niños en comparación con el estudio realizado por los mismos autores en la población adulta turca²⁶⁹. En nuestro estudio, la longitud media de los CMs bífidos es superior en el grupo de menor edad, en varones y en el lado izquierdo. Otros autores también describen una mayor longitud en la hemimandíbula izquierda²⁶⁹. En el estudio de Fu y cols.³¹ los CMs bífidos presentan una mayor longitud en el lado derecho y en varones. Estos autores determinan que el género y el lado mandibular son factores que influyen en la longitud de los CMs bífidos. Sin embargo, en un estudio realizado en niños³², no se observan diferencias en la longitud entre niños y niñas, ni entre los lados derecho e izquierdo mandibulares.

En la literatura científica, los CMs bífidos anteriores y retromolares presentan, de forma general, una mayor longitud si la comparamos con los CMs bífidos dentales^{32, 33, 269, 272, 274}. Concretamente, Naitoh y cols.³³ afirman que los CMs retromolares presentan una longitud significativamente mayor a los otros tipos de CMs, y los CMs anteriores presentan una longitud significativamente mayor a los CMs bucolinguales. En este sentido, Kang y cols.²⁷⁴ muestran que el canal dental presenta una longitud significativamente más corta que los otros CMs bífidos. Además Rashuren y cols.²⁷² describen que el canal dental presenta una longitud significativamente inferior que los CMs bífidos de mayor tamaño o trífidios. La longitud de los CMs bífidos bucolinguales presenta gran variabilidad. En el presente estudio, los CMs bífidos bucolinguales presentan la mayor longitud y la menor longitud se observa en los CMs bífidos dentales. En el estudio de Kang y cols.²⁷⁴ la longitud de los CMs bucolinguales es similar a la observada en los CMs retromolares y anteriores. Sin embargo, otros autores^{32, 33, 269} muestran que el CM bucolingual presenta la menor longitud. En nuestro estudio, el hecho de que los canales bucolinguales presenten una mayor longitud comparativamente con los otros tipos de CMs bífidos, como describen otros autores²⁷⁴, podría ser debido a la diferente metodología empleada por otros autores^{32, 269}. En el presente estudio la longitud del CM bífido bucolingual representa la distancia anteroposterior en todos los cortes parasagittales

contiguos en los que se identifica el CM bífido bucolingual, a diferencia de otros autores que consideran la distancia lineal curvilínea en un único corte parasagital^{32, 269}. Hemos seguido este método de análisis de los CMs bífidos porque observamos que el análisis en un solo corte sagital no describe correctamente la longitud anteroposterior de los CM bífidos bucolinguales. No podemos analizar el método seguido por Kang y cols.²⁷⁴ para registrar las dimensiones de los CMs bífidos, porque no está descrito el procedimiento que han seguido los autores²⁷⁴. Respecto a otros tipos de CMs bífidos, Rashuren y cols.²⁷² describen que el canal trífido es el más largo. En nuestro estudio, el tipo de CM con menor longitud es el CM superior.

La emergencia de los CMs bífidos respecto al conducto dentario inferior ha sido analizada mediante el estudio de los ángulos superior e inferior, formados por la confluencia entre ambas estructuras^{32, 269, 272, 274}. En la literatura científica se describe un ángulo superior que, por término medio, oscila entre 119° y 149°. Los estudios que han analizado las diferencias entre géneros y el lado mandibular no revelaron diferencias significativas^{32, 269}. Del mismo modo, Rashuren y cols.²⁷² no identificaron diferencias entre los distintos tipos de CMs bífidos, según su clasificación de Naitoh³³ modificada, añadiendo el tipo CM trífido. Los autores describen que los CMs bífidos anteriores presentan, por término medio, el ángulo superior de mayor tamaño (164°) y los CMs retromolares el ángulo superior de menor tamaño (145°). Del mismo modo, en los estudios de Orhan y cols.^{32, 269} los CMs retromolares presentan un ángulo superior menor en comparación con los CMs dentales y anteriores.

El ángulo inferior formado entre los CMs bífidos y el conducto dentario inferior presenta un valor medio que oscila entre 35° y 40,5°^{32, 269, 272}. En el presente estudio, el análisis de este ángulo revela una media de 30,6°. Al igual que lo observado en la literatura, no se hallaron diferencias significativas en los valores del ángulo inferior atendiendo al género y al lado mandibular^{32, 269}. En el presente estudio, el ángulo inferior presenta un valor medio mayor en varones y en el lado izquierdo. Sin embargo, en los estudios de Orhan y cols.^{32, 269} el ángulo es mayor en las hemimandíbulas derechas. Con respecto a la edad, este ángulo es mayor en el grupo de menor edad, aunque al igual que en los otros parámetros no presenta diferencias significativas. Atendiendo al tipo de CM bífido, según la clasificación de Naitoh³³, los estudios disponibles muestran que el tipo retromolar presenta el ángulo inferior con un valor medio mayor, que oscila entre 44° y 58,9°, el tipo dental presenta un ángulo inferior que varía desde 24,7° hasta 35°, y el de menor tamaño es el ángulo de los canales anteriores, oscilando entre 18,1° y 33,5°^{32, 269, 272}. En el presente estudio, el ángulo inferior en los distintos tipos de

CMs concuerda con los estudios previos^{32, 269, 272}. El ángulo inferior de los CMs bífidos retromolares es superior al ángulo de los CMs bífidos dentales y estos, a su vez, presentan un ángulo inferior mayor que los CMs bífidos anteriores. El CM bífido superior, en el presente estudio, es el que presenta el ángulo inferior de mayor tamaño (media 66°), mientras que el menor ángulo inferior corresponde a los CMs bucolinguales (media 12°). No podemos comparar en la literatura los valores de los ángulos de los CMs bucolinguales porque no han sido analizados. Rashuren y cols.²⁷² observan diferencias significativas en el ángulo inferior entre los CMs bífidos del tipo retromolar y dental, y entre los CMs retromolares y trífidos. Al respecto, el presente estudio pone de manifiesto que el ángulo de emergencia de los distintos tipos de CMs presenta diferencias estadísticamente significativas. Los CMs anteriores y los CMs bucolinguales presentan un ángulo inferior significativamente menor que los CMs retromolares y los CMs superiores.

Cuando se realizan procedimientos quirúrgicos que afectan a la mandíbula es necesario tener en cuenta las posibles implicaciones clínicas de los CMs bífidos. La región retromolar representa con frecuencia una zona donante para la obtención de bloques de injerto óseo. Por lo tanto, debe tenerse en especial consideración la posibilidad de que existan CMs bífidos retromolares, es necesario identificar su trayecto. Esto se ha puesto de manifiesto con la aparición de alteraciones sensoriales asociadas con estos procedimientos^{44, 95}. Asimismo, la lesión del contenido neurovascular de los canales retromolares, durante procedimientos de implantología, pueden causar alteraciones sensoriales y sangrados profusos, así como aumentar el riesgo de formación de tejido fibroso periimplantario, con sus consecuencias en la osteointegración. La presencia de CMs bífidos dentales también presenta importancia clínica durante las extracciones dentales y el tratamiento endodóncico, debido a la relación de estos canales con la zona radicular. Ciertos fallos en la anestesia del nervio dentario inferior pueden estar asociados con la presencia de CMs bífidos, especialmente ante la presencia de dos forámenes mandibulares²³. Concretamente, debe considerarse la sospecha de una variación anatómica cuando en un bloqueo mandibular troncular se alcance una anestesia en la zona labial y mentoniana ipsilateral, pero no se consiga una anestesia dental. La presencia de un CM bífido retromolar también puede causar dificultad en alcanzar una adecuada anestesia en la zona de la mucosa bucal y retromolar.

6.1.2 Canales mandibulares bífidos en ortopantomografías

Las estructuras anatómicas mandibulares cuando se valoran mediante ortopantomografías presentan una mayor dificultad, en comparación con la TC y la CBCT. Kingle y cols.²⁸⁰ observan que el conducto dentario inferior se identifica solo en el 63,9% de las ortopantomografías, mientras que Lindh y cols.²⁸¹ describen que el conducto dentario inferior es claramente visible en solo el 25%. Politis y cols.²⁸² describen que la visibilidad del conducto dentario inferior varía entre el 96% y el 63% según la región mandibular, siendo esta superior en la región próxima al tercer molar y al foramen mandibular. La prevalencia de conductos incisivos observada en tomografías varía del 83% al 93%, mientras que en ortopantomografías se indentifican es solo entre el 11% y el 15%^{283, 284}. La prevalencia de bucle anterior del conducto dentario inferior observado en CBCT oscila entre 48 y 85%^{38, 285, 286}, mientras que en ortopantomografías solo del 11% y 79,5%^{283, 287}. Del mismo modo, Dreiseidler y cols.²⁸⁸ observan una mayor identificación de estructuras anatómicas mandibulares en las reconstrucciones con CBCTs, en comparación con las ortopantomografías. En el 85% de los casos, la capacidad de visualización, mediante CBCTs, del foramen mentoniano y del conducto dentario inferior era superior a las ortopantomografías. En las radiografías periapicales, el conducto dentario inferior no puede ser claramente identificado en el 28% de los pacientes, en la región del segundo premolar y primer molar²⁸⁹.

Según nuestro conocimiento, este es el primer estudio que analiza cuáles son las características morfológicas de los CMs bífidos que influyen en su visibilidad en ortopantomografías. Los estudios disponibles valoran la prevalencia y realizan la descripción morfológica de los CMs bífidos en ortopantomografías, aunque sin analizar los potenciales factores que influyen en su visualización^{23, 25, 27, 34, 265-267, 282}.

Las publicaciones científicas que aparecen entre los años 1977 y 2015 y, que analizan la prevalencia de los CMs bífidos en ortopantomografías, muestran una frecuencia de aparición variable que oscila entre el 0,038% y el 8,3%. Esto puede deberse a la falta de información que aporta la ortopantomografía en comparación con las imágenes radiológicas 3D, con lo cual en algunas estructuras anatómicas el diagnóstico es de presunción, sin poder aseverar con firmeza su presencia. La capacidad de visualización de los CMs bífidos puede analizarse en la tabla 72. Es necesario considerar que los dos estudios con mayor prevalencia corresponden al grupo de estudios con una muestra más limitada.

Tabla 72. Prevalencia de canales mandibulares (CMs) bífidos en estudios realizados mediante ortopantomografías (OPGs).

	NUMERO DE OPGs N	FRECUENCIA DE CMs BÍFIDOS(%)	GENERO	EDAD
Nortjé y cols. ^{26, 34} (1977-1978) (Sudáfrica)	3612	0,9	No dif.	No dif.
Durst y Snow ²⁹⁰ (1980) (EE.UU)	1024	8,3	NC.	NC.
Grover y Lorton ²³ (1983) (EE.UU)	5000	0,08	4 var. / 0 muj.	NC.
Langlais y cols. ²⁵ (1985) (EE.UU)	6000	0,9	No dif.	NC.0,01%(10s);0,21%(20s); 0,18%(30s);0,11%(40s); 0,08%(50s);0,01%(50s)
Zografos y cols. ²⁸ (1990) (Grecia)	700	0,4	No dif.	NC.
Sanchis y cols. ²⁷ (2003) (España)	2012	0,3	>frec mujeres	No dif.
Bogdan y cols. ²⁹¹ (2006) (Hungria)	1000	0,2	No dif.	
Kim y cols. ¹⁷ (2011) (Korea del Sur)	1000	0,03	NC.	NC.
Kashaban y cols. ²⁴ (2013) (Siria)	2400	0,9	No dif.	NC.
Neves y cols. ²⁶⁷ (2013) (Brasil)	127	7,4	NC.	NC.
Kuczynski y cols. ²⁶⁶ (2014) (Brasil)	3024	1,9	NC.	NC.
Muinel y cols. ²⁷³ (2014) (España)	225	16,8	No dif.	No dif.
Kalantar y cols. ²⁶⁵ (2015) (Irán)	5000	1,2	No dif.	No dif

NC.: No constan datos.

No dif.: Se describe que no existen diferencias significativas. Significancia $p \leq 0,05$.

Con el objetivo de facilitar la identificación de posibles CMs bífidos, Auluck y cols.²⁹² han propuesto una característica patognomónica en ortopantomografías. Estos autores consideran que estamos ante un CM bífido, únicamente en aquellos casos en que los contornos radioopacos de las corticales de dos canales diferentes se unen formando islotes triangulares de hueso. Por otra parte, Naitoh y cols.²⁹³ describen que la presencia de CMs bífidos solo aparece en ortopantomografías en dos de los cinco casos observados en imágenes de TCs, mostrando que la verdadera prevalencia de CMs bífidos se subestima en ortopantomografías. Respecto a esto, Lee y cols.²⁹⁴ identificaron en las ortopantomografías de cuatro pacientes solo dos de los cinco CMs bífidos fueron detectados mediante CBCTs.

Se han descrito en la literatura científica diversos casos en los que no fue posible demostrar la presencia de CMs bífidos bilaterales en ortopantomografías, a pesar de estar presentes en la CBCT^{295, 296}. Respecto a esto, el presente estudio incluye una muestra comparativa de ambas técnicas radiológicas, en general, más amplia que otros estudios. Nosotros hemos observado una tasa de visualización de los CMs bífidos similar a la descrita

por Naitoh y cols.²⁹³. Diversos factores, como el tipo de canal bífido o la superposición de estructuras anatómicas, pueden interferir en la visualización de canales neurovasculares. Kuribayashi y cols.²⁶⁸ explican que los CMs bífidos bucolinguales pueden ser fácilmente detectados en CBCT y que podrían pasar inadvertidos en imágenes de ortopantomografías. Sin embargo, en este estudio, la proporción de CMs bucolinguales es muy bajo, lo que sugiere la existencia de otros factores o circunstancias que influyen en la visualización. Con respecto a los CMs bífidos tipo II de Nortjé²⁶ (tipo retromolar de la clasificación de Naitoh³³), dirigidos hacia la zona distal del tercer molar, los autores explican que su identificación se ve dificultada por la sombra producida por el paladar blando en las imágenes de ortopantomografía²⁶⁸. Así, debido a la naturaleza bidimensional de las ortopantomografías, la vía aérea superior, el paladar blando, la úvula, el lado contralateral y la fosa submandibular pueden producir sombras e interferir en la visualización de canales neurovasculares. Otras estructuras como la presencia de torus mandibulares de gran tamaño también pueden dificultar la identificación de los bordes del conducto dentario inferior⁵¹, un surco profundo milohioideo puede simular la presencia de un falso CM bífido en ortopantomografías. Del mismo modo, se puede producir una confusión con canales vasculares linguales²², o con determinados patrones trabeculares²⁹⁷. Esto ha sido confirmado por Sanchis y cols.²⁷, que exponen la posibilidad de observar CMs bífidos falsos debido a la impresión que ejerce en la superficie medial del cuerpo mandibular el nervio milohioideo²⁹⁸, en su trayecto anterior hacia el suelo de la boca. Una falsa imagen del conducto dentario inferior también puede producirse por la osteocondensación causada por la inserción del músculo milohioideo, al generar imágenes en radiografías bidimensionales que imitan la presencia de una bifurcación del conducto dentario inferior²⁹⁹. Además es necesario mencionar la posible existencia de canales vasculares linguales que pueden confundirse con los CMs bífidos³⁰⁰.

En el presente estudio la tasa de visualización de CMs bífidos mediante ortopantomografías en comparación con la CBCT es del 37,8%. Estos resultados son similares a los publicados por Naitoh y cols.²⁹³. Por el contrario, Neves y cols.²⁶⁷ obtienen una tasa de visualización de CMs bífidos en ortopantomografías, en comparación con CBCT, del 76%. Estos resultados pueden ser debidos al bajo número de CMs bífidos identificados mediante CBCT. Bogdán y cols.²⁹¹ en un estudio sobre mandíbulas secas detecta en el 19,6% CMs bífidos, aunque solo el 0,2% de los casos muestran CMs bífidos visualizados en las ortopantomografías.

En cuanto a la visibilidad de las estructuras anatómicas mandibulares, se ha sugerido que la trabeculación ósea en la zona posterior mandibular puede afectar a la visibilidad del conducto dentario inferior. Se sabe que la trabeculación ósea influye en la corticalización del conducto dentario inferior, lo cual afecta a su visibilidad²⁷⁵. Las paredes del conducto dentario inferior están formadas por hueso trabecular que varía según los individuos y según la región anatómica mandibular^{289, 301}. Por lo tanto, la variabilidad en la corticalización del conducto dentario inferior puede ocasionar variaciones significativas en su visibilidad. El conducto dentario inferior se identifica mejor en la región mandibular posterior, próxima al tercer molar y al foramen mandibular, debido a que las paredes del conducto se hacen más densas en esta región^{281, 283, 289, 302, 303}. Naitoh y cols.³⁰⁴ determinan que la visibilidad de la cortical superior e inferior del conducto dentario inferior en ortopantomografías sólo ocurre en el 36,7% de los casos. Además, su identificación en ortopantomografías también se ha relacionado con la densidad de hueso esponjoso analizada en la TC³⁰⁴. Politis y cols.²⁸² describen otras variables como la edad, la región mandibular y la realización de ciertos procedimientos quirúrgicos que influirían en la visibilidad del conducto dentario inferior. Estos autores explican que la visibilidad se ve afectada por el espesor de hueso. A medida que éste aumenta, el volumen de la sección transversal aumenta, produciéndose un aumento del coeficiente de absorción y causando una disminución en el poder de radiación del haz de rayos X. Esto se debe a que el poder de radiación de los rayos X disminuye exponencialmente en relación al espesor del material irradiado²⁸². En consonancia con lo descrito anteriormente, en el presente estudio hemos observado la existencia de una asociación entre el espesor de la sección transversal de la mandíbula y la visibilidad de los CMs bífidos, así los CMs visualizados se presentaron en mandíbulas con un menor espesor óseo.

Algunos autores consideran que la variabilidad en la prevalencia de las estructuras anatómicas observadas en las exploraciones radiológicas, como por ejemplo el bucle de nervio mentoniano, podría deberse al débil contraste cuando la calidad ósea es baja^{12, 136}. Algunos autores consideran que la identificación del bucle está especialmente relacionada con el grado de corticalización de las paredes del conducto mentoniano, de forma similar a lo que ocurre con los conductos incisivos²⁸⁵. Con respecto a la corticalización, se ha descrito que solo el 45% de los CMs bífidos presentan una corticalización completa, es decir, en todo su trayecto²⁷⁰, dificultando de este modo su visibilidad en las ortopantomografías. Varios autores han sugerido otras circunstancias que influyen en la visualización de los CMs bífidos en

ortopantomografías, un ejemplo sería la dirección bucoligual del CM bífido²⁶⁸ y la superposición de las estructuras anatómicas³⁰⁵. Algunos autores explican que la visibilidad de estas estructuras mediante ortopantomografías se dificulta en función del tamaño que presentan³⁰⁵. En el presente estudio, hemos observado que el diámetro es un factor relevante en la identificación de los CMs bífidos y de los forámenes retromolares en ortopantomografías^{305, 306}. A diferencia de lo observado en el presente estudio, Sisman y cols.³⁰⁷ describen que la visibilidad de los CMs retromolares en ortopantomografías no está relacionada con el diámetro.

Rouas y cols.³⁰⁸ afirman que las ortopantomografías pueden sugerir la presencia de CMs bífidos, aunque no pueden confirmar su presencia. Solo el uso de métodos de imagen tridimensionales, tales como la CBCT, pueden determinar la presencia y la morfología de las bifurcaciones del conducto dentario inferior, de forma precisa. Entre las limitaciones de la ortopantomografía se encuentran la pobre resolución y la ausencia de definición del detalle, limitada por su naturaleza bidimensional, así como una moderada distorsión y la magnificación de estructuras¹²⁶.

La posición de la cabeza, la forma de la arcada y el uso y posición del bloque de mordida, así como el tipo y características de equipo de ortopantomografía son algunos de los factores que también pueden causar distorsiones en la imagen¹³⁶⁻¹³⁸.

Kim y cols.²⁹⁷ evaluaron el contenido de los CMs bífidos identificados en ortopantomografías y tomografías, con técnicas estereoscópicas e histológicas. Los resultados revelaron, en algunos casos, presencia de tejido adiposo medular y ausencia de estructuras vasculares y nerviosas. Estos falsos canales presentaban una forma elíptica caracterizada por una corticalización incompleta alrededor del canal observado en tomografías. Esto revela una limitación de nuestro estudio, puesto que no es posible distinguir el contenido de los CMs y confirmar aquellos CMs bífidos verdaderos mediante ortopantomografía y tomografías.

6.2 FORAMEN RETROMOLAR

La importancia del foramen retromolar reside en su contenido nervioso. Anderson y cols.¹² describen que el elemento más frecuente en el canal retromolar son las fibras nerviosas mielínicas. Estas fibras inervan parte del músculo temporal, parte del músculo bucinador, la parte posterior del proceso alveolar denominada trígono retromolar, la mucosa bucal, la encía

bucal de los molares y premolares inferiores y la pulpa del tercer molar^{46, 309}. La presencia de las fibras mielínicas, así como de las fibras musculares estriadas y numerosas vénulas y arterias musculares fue confirmada por Bilecenoglu y cols.⁴⁴ y Schejtman y cols.⁴⁶. Las ramas de la arteria alveolar inferior se han identificado cursando el foramen retromolar hasta anastomosarse con las ramas de las arterias bucal y facial, para posteriormente separarse en arterias labiales superior e inferior³⁰⁹. Se han descrito ramas del nervio dentario inferior entrando en la mandíbula a través de la fosa retromolar y aportando fibras sensoriales a los molares mandibulares³¹⁰. La emergencia de las fibras nerviosas a través del foramen retromolar, originadas desde el nervio dentario inferior, que se distribuyen dentro del músculo bucinador, han llevado a varios autores a describir la presencia de estas fibras como un nervio bucal aberrante^{311, 312}. Ikeda y cols.³¹⁰ sugieren que el foramen retromolar permite la entrada en la mandíbula de ramificaciones altas que derivan de la tercera rama del trigémino, originadas en la fosa infratemporal y que aportan una inervación sensitiva a los molares inferiores. Sawyer y Kiely³⁷ describen una relación entre la presencia de forámenes mandibulares accesorios y forámenes retromolares en el mismo lado mandibular, consideran que cuando un foramen mandibular doble está presente, es probable que exista un canal en dirección horizontal hacia un foramen en la zona retromolar.

6.2.1 Foramen retromolar en tomografía computarizada de haz cónico

La prevalencia de forámenes retromolares en estudios anatómicos oscila entre el 6,1% y el 72%^{36, 37, 46, 309, 313, 314} (Tabla 73). En estudios recientes realizados en CBCTs se obtiene una prevalencia entre el 14,6% y el 65,3%^{33, 279, 306, 315} (Tabla 74). En el presente estudio su presencia representa el 12,4% de los casos.

Tabla 73. Prevalencia de forámenes retromolares en estudios realizados sobre cráneos.

	NÚMERO DE CASOS N mand. (N hem.)	FRECUENCIA DE FORÁMENES RETROMOLARES % mand. (% hem.)
Alves y cols. ³¹⁶ (2015) (Chile/Brasil)	86 (172)	18,6 (12,2)
Potu y cols. ³¹⁷ (2014) (India)	94 (188)	11,7 (7,4)
Akhtar y cols. ³¹⁸ (2014) (India)	224 (448)	14,7 (10,71)
Athavale y cols. ³¹⁹ (2013) (India)	71 (142)	14,1 (8,4)
Gupta y cols. ³²⁰ (2013) (India)	50 (100)	18 (11)
Park y cols. ³²¹ (2012) (Korea)	154 (308)	(46,8)
Rossi y cols. ³²² (2012) (Brasil)	222	26,6
Senthil Kumar y cols. ³²³ (2010) (India)	150 (300)	17,3 (12,6)
Suazo y cols. ³²⁴ (2008) (Brasil)	294	12,9
Hu y cols. ³²⁵ (2006) (Korea)	(214)	(31,1)
Bilecenoglu y cols. ⁴⁴ (2006) (Turquía)	40	25
Priya y Manjunath ³²⁶ (2005) (India)	157	12,7
Narayana y cols. ³¹³ (2002) (India)	242 (484)	21,9 (13)
Pyle y cols. ³²⁷ (1999) (población caucásica y afroamericana)	475	7,8
Kodera y Hashimoto ³⁰⁹ (1995) (Japón)	41	20
Sawyer y Kiely ³⁷ (1991) (EE.UU)	234	7,7
Ossenberg y cols. ³⁶ (1987) [población japonesa, esquimal, italiana y canadiense descendiente europea]	2391 [94; 485; 11]	0 - 29 [3,2; 8,2; 9,1]
Scheijtmann y cols. ⁴⁶ (1967) (población argentina e italiana)	18	72
Löfgren ³²⁸ (1957) (Noruega)	302	12,3

Tabla 74. Prevalencia de forámenes retromolares en estudios realizados mediante tomografía de haz cónico (CBCT).

	NÚMERO DE CASOS N mand. (N hem.)	FRECUENCIA DE FORÁMENES RETROMOLARES % mand. (% hem.)	Tamaño del vóxel mm	GÉNERO	EDAD
Filo y cols. ³²⁹ (2015) (Suíza)	680	25,5 (16,1)	0,25; 0,3; 0,4	No dif.	NC.
Sisman y cols. ³⁰⁷ (2015) (Turquía)	632 (947)	(23,7)	NC.	No dif.	NC.
Han y Hwang. ³³⁰ (2014) (Korea)	446	8,5	0,38	No dif.	NC.
Muñelo y cols. ²⁷³ (2014) (España)	225 (50)	12,4 (8,8)	≤0,3	No dif.	No dif.
Patil y cols. ²⁷⁹ (2013) (Japón)	171 (254)	75,4 (65,3)	0,08	No dif.	No dif.
Orhan y cols. ³² (2013) (Turquía)	63 (126)	(11,1)	0,3	NC.	NC.
Kawai y cols. ³⁰⁵ (2012) (Japón)	46 (90)	37(33)	0,1	NC.	NC.
Lizio y cols. ³¹⁵ (2012) (Italia)	187 (223)	16 (14,6)	0,125	NC.	NC.
Von Arx y cols. ³⁰⁶ (2011) (Suíza)	100 (121)	(25,6)	0,08	No dif.	No dif.
Kuribayashi y cols. ²⁶⁸ (2010) (Japón)	252 (301)	1,7	0,125	No dif.	NC.
Naitoh y cols. ²⁷⁶ (2009) (Japón)	122	25,4 (13,5)	0,155	No dif.	NC.

NC.: No constan datos.

No dif.: Se describe que no existen diferencias significativas. Significancia $p \leq 0,05$.

Hemos detectado que la configuración más común del foramen retromolar es la presencia unilateral, esto concuerda con la amplia mayoría de investigaciones previas^{44, 279, 306, 313, 315, 326}, a excepción de Sagne y cols.³¹⁴ quienes describen un predominio de forámenes retromolares con localización bilateral. Nuestros resultados y lo descrito en la literatura sugieren que la presencia de un foramen retromolar en un lado no tiene ningún valor predictivo en la existencia de otro foramen en el lado contralateral. En la literatura no se observaron diferencias estadísticas en la prevalencia atendiendo al lado mandibular^{44, 279, 306, 329}. Al igual que en estudios previos^{36, 279, 306, 316, 327, 329, 330}, no se ha observado diferencias significativas en la presencia de forámenes retromolares en cuanto al género. Al igual que lo descrito en CBCTs por otros autores³²⁹, en el presente estudio se observa una mayor prevalencia de forámenes retromolares en varones, sin embargo Von Arx y cols.³⁰⁶ muestran una mayor prevalencia en mujeres y en el lado izquierdo. Otros autores^{279, 316} han observado una prevalencia significativamente mayor en mujeres, mientras que otros estudios han descrito una mayor frecuencia en cráneos de varones^{36, 327}.

Con respecto a la prevalencia atendiendo a la edad, Pyle y cols.³²⁷ no observan diferencias estadísticamente significativas en su estudio realizado sobre 500 cráneos. Osseberg³⁶ describe un pico de incidencia en adolescentes, y especula que puede ser debido a las necesidades neurovasculares adicionales de esta población durante el crecimiento y a la erupción de los terceros molares. En el presente estudio observamos una frecuencia ligeramente superior en pacientes menores de 50 años, aunque observamos a igual que otros autores³²⁹ en CBCT que la edad no influye significativamente en la presencia de forámenes retromolares.

Existe una similitud, con estudios previos, en relación al diámetro medio del foramen/conducto retromolar, en los que se observa un rango de 0,99 a 2 mm^{279, 306, 307, 326, 329} (casos individuales con un rango de 0,20 a 4,35 mm)^{279, 307, 313}. Esta amplia variación es debida a diferencias en la metodología, es decir, la zona de registro del conducto retromolar no es la misma en todos los estudios. En algunos casos esta zona corresponde al origen desde el conducto dentario inferior, en otros esta zona es el foramen retromolar³⁰⁷, o bien se sitúa 3 mm por debajo de dicho foramen^{279, 306, 329}. En el presente estudio, a diferencia de otros autores³²⁹, hemos observado que el género está asociado a variaciones en el diámetro del foramen retromolar (en el punto de emergencia en la cresta alveolar) así como en el diámetro

del canal retromolar (en el punto de origen del canal retromolar a partir de conducto dentario inferior), siendo estas dimensiones superiores en varones.

La altura del CM bífido retromolar muestra, en estudios previos^{306, 307, 326, 329}, un rango entre 6,3 mm y 20,3 mm. En el presente estudio, la altura media es de 8,44 mm, a nivel del origen del canal retromolar. Sin embargo, en los estudios de von Arx y cols.^{306, 326} y Sisman y cols.³⁰⁷, esta altura se analiza a un nivel más anterior, a nivel de la emergencia en la cresta alveolar, hasta el conducto dentario inferior, lo cual explica los valores superiores obtenidos por estos autores. Estos autores, Sisman y cols.³⁰⁷ y Von Arx y cols.^{306, 326} describen que la longitud de los CMs retromolares esta significativamente asociada al género, presentando los varones una longitud mayor que las mujeres. Del mismo modo, los resultados del presente estudio describen que existen diferencias significativas entre la altura de los CMs retromolares, siendo superior en varones. Von Arx y cols.³⁰⁶ explican que este hecho no tiene porque ser debido al mayor tamaño mandibular en la zona retromolar de los varones, puesto que la longitud está determinada por la distancia que existe entre el conducto dentario inferior y el foramen retromolar. Por lo tanto, esta longitud depende de la posición del conducto dentario inferior en la mandíbula. Sin embargo, hay autores³²⁹ que no observan diferencias en la altura entre varones y mujeres.

6.2.2 Foramen retromolar en ortopantomografías

Sisman y cols.³⁰⁷ identifican en ortopantomografías solo 1 de cada 10 CMs retromolares presentes en las CBCTs. Han y cols.³³¹ describen en su estudio la incapacidad de detectar en panorámicas la presencia de dos forámenes retromolares localizados mediante CBCTs. El presente estudio describe que un porcentaje del 32,5% de los forámenes retromolares registrados mediante CBCTs son visualizados en ortopantomografías. Estos resultados son algo superiores a aquellos mostrados en el estudio de von Arx y cols.³⁰⁶, donde el 23% de los forámenes registrados en CBCTs son identificados en ortopantomografías. Sin embargo, esta diferencia puede ser debida al hecho de que en nuestro estudio la ubicación del foramen retromolar era conocida previamente al análisis en ortopantomografías. Aunque en un estudio³³² reciente realizado únicamente sobre ortopantomografías describe una prevalencia superior a los estudios descritos previamente (Tabla 75). Según nuestro conocimiento, no existen en la literatura más estudios realizados sobre este tema.

Tabla 75. Prevalencia de forámenes retromolares en estudios realizados mediante ortopantomografías (OPGs).

	NÚMERO DE OPGs N mand. (N hem.)	FRECUENCIA DE FORÁMENES RETROMOLARES % mand. (% hem.)
Capote y cols. ³³² (2015) (Brasil)	500 (1000)	8,8 (4,2)
Sisman y cols. ³⁰⁷ (2015) (Turquía)	632 (947 hem.)	NC.(3,1)
Muinel-Lorenzo y cols. ²⁷³ (2014) (España)	225 (450hem.)	5,3 (2,8)
Von Arx y cols. ³⁰⁶ (2011) (Suíza)	100 (121 hem.)	NC.(5,8)

NC. No consta.

6.3 FORAMEN MENTONIANO

La radiografías periapicales son un buen método para la identificación del foramen mentoniano debido a que disminuye los niveles de radiación, limita la magnificación y pueden establecer una relación entre la altura ósea y los dientes adyacentes. Sin embargo, pueden producir una distorsión de la imagen debido a la angulación del haz de rayos, lo que puede explicar la incapacidad de detectar el foramen¹³⁷. Además, en caso de presencia de una cortical lingual delgada puede no ser capaz de identificar el foramen mentoniano debido a la falta de contraste⁵⁹. El foramen mentoniano en radiografías periapicales se puede detectar entre el 45% y 75% de los casos^{55, 333}. Clásicamente, para superar estas deficiencias se propuso realizar una radiografía periapical complementada con una ortopantomografía³³⁴. En este sentido, Yosue y Brooks¹³⁸ detectan el foramen mentoniano en el 87,5% de las panorámicas. Por otro lado, varios autores^{68, 280, 334-336} demuestran que las imágenes tridimensionales (TCs y CBCTs) presentan mayor exactitud en la determinación del foramen mentoniano.

6.3.1 Foramen mentoniano en tomografía computarizada de haz cónico

La identificación del foramen mentoniano es del 100% en estudios^{337, 338} realizados mediante CBCTs, en consonancia con lo observado en el presente estudio. Los estudios realizados en cráneos indican que el foramen mentoniano presenta una altura media con un rango de 1,7 mm a 3,5 mm, una anchura media desde 2,4 mm a 4,6 mm^{52, 59, 61, 70, 137, 333, 339-344} y un diámetro medio desde 2,1 mm a 5 mm^{50, 52, 59, 61, 345}. En cuanto a las dimensiones del foramen, valoradas en ortopantomografías, se ha observado una altura media de 2,5 mm y una anchura media de 2,9 mm^{346, 347}. Estudios realizados sobre CBCTs muestran una altura media con un rango de 2,6 a 3,7 mm, una anchura media del foramen mentoniano desde 3,2 a 4,1

mm^{32, 63, 68, 71, 76} y un diámetro medio desde 2,3 a 3 mm^{63, 70}. Se puede observar que el foramen mentoniano presenta un mayor tamaño en sentido horizontal que en sentido vertical^{62, 343}, aunque Orhan y cols.³², en un estudio sobre CBCTs, describen en niños que la altura es superior a la anchura del foramen mentoniano. Las dimensiones del foramen mentoniano, en el presente estudio, son similares a las de otros estudios realizados en CBCTs^{32, 63, 68, 71}. Cuando se analiza el género se observa, en varios estudios^{63, 68, 76}, que existe una diferencia significativa en las dimensiones del foramen mentoniano, siendo superior en varones, lo cual concuerda con el presente estudio. Concretamente, von Arx y cols.⁶³ observan esta diferencia entre géneros respecto a la altura del foramen mentoniano aunque no en su longitud. En nuestro estudio, tanto el diámetro mayor como el diámetro menor son significativamente mayores en varones. Sin embargo, Fujita y cols.³⁴⁸ en un estudio sobre 100 TCs no observa diferencias en el tamaño en función del género. En relación a la edad, Orham y cols.³², describen en un estudio realizado en niños que las dimensiones del foramen mentoniano varían significativamente entre niños de distinta edad. Estos autores observan una mayor anchura y altura del foramen mentoniano en aquellos niños de mayor edad. Por el contrario el presente estudio, realizado en adultos, no encuentra influencia de la edad en las dimensiones del foramen mentoniano. Otros estudios realizados en adultos tampoco observaron variaciones en las dimensiones del foramen atendiendo a la edad^{63, 68}. Respecto a las dimensiones del foramen mentoniano según la hemimandíbula, en el presente estudio identificamos un diámetro menor y un área significativamente mayor en el lado izquierdo mandibular. Esto cuerda con las variaciones en el tamaño descritas por Philips y cols.³³³ en ortopantomografías. Sin embargo, contrasta con lo observado en otros estudios realizados en CBCT y CT^{63, 75, 76} que describen que las dimensiones del foramen no presentan variaciones en función de la hemimandíbula.

El foramen mentoniano puede presentar variaciones en su morfología^{50, 349}. Varios autores han comunicado que la forma oval es la más frecuente^{52, 62, 339, 343, 344, 350}, representando hasta el 83,3% de los forámenes³⁴⁴. De acuerdo con estos resultados, en el presente estudio también la forma oval es la más predominante (73,1%), con un porcentaje similar al publicado por Gesherson y cols.⁵². No obstante, hay que mencionar, que algún autor observa que la forma más frecuente es la redonda^{341, 345}. Aunque explican que puede deberse a inexactitudes causadas por el análisis mediante ortopantomografías³⁴¹.

Las distancias FM-BIM y FM-BSM están en consonancia con lo registrado en estudios previos^{59-61, 63}. Se ha demostrado que el foramen mentoniano está localizado al mismo nivel

en la mayoría de los humanos^{56, 60, 339, 340, 350-352}, entre 12 y 15,5 mm superior al borde inferior mandibular. Esto concuerda con las distancias observadas en el presente estudio. Al igual que lo observado en varios estudios^{63, 76, 350, 352} no hay variaciones significativas en estas distancias, siendo casi similares entre la hemimandíbula derecha e izquierda.

En cuanto al género, las mujeres presentan unas distancias FM-BIM y FM-BSM más cortas, al igual que sucede en la mayoría de los estudios^{60, 61, 63, 76, 352, 353}. Este hallazgo puede ser debido a las diferencias del tamaño mandibular entre los géneros. Además en nuestro estudio, el género es un factor predictivo para el tamaño mandibular. Siendo siete veces mayor la probabilidad de presentar distancias FM-BIM altas en varones que en mujeres, y 2,5 veces, en el caso de distancias FM-BSM altas. Estas diferencias según el género han sido descritas por Apinhasmit y cols.⁵⁷, los cuales además han observado que la posición vertical del foramen mentoniano no está influenciado por el género (la relación FM-BSM/VM no presenta diferencias entre varones y mujeres). Esto concuerda con nuestro estudio, en el que a pesar de que las distancias FM-BSM, FM-BIM y VM son mayores en varones, el género no representa un factor determinante de la posición vertical absoluta del foramen mentoniano en la mandíbula.

Con respecto a la edad, la distancia FM-BSM es más corta en el grupo de mayor edad, tal vez debido a la reabsorción ósea como consecuencia de la pérdida de dientes, siendo esta pérdida más prevalente conforme avanza la edad. Aunque estas diferencias también han sido observadas por Gesherson y cols.⁵², otros autores⁶³ no hallan una influencia de la edad en la distancia FM-BSM, en pacientes que presentan todos los dientes adyacentes al foramen mentoniano. Cuando consideramos la distancia FM-BIM, en nuestro estudio no se observan variaciones significativas entre los grupos de edad. Esto concuerda con lo descrito en otros estudios^{63, 353} mediante ortopantomografías y CBCTs. Sin embargo, en el presente estudio, la edad constituye un factor determinante en la presencia de distancias FM-BIM y FM-BSM elevadas, siendo éstas menores en pacientes de mayor edad.

Existen autores^{354,19} que afirman que la posición del conducto dentario, así como del foramen mentoniano, permanecen relativamente constantes con la edad y el género. En el presente estudio, cuando analizamos mediante regresión lineal cómo afecta la edad en los pacientes completamente dentados, observamos que influye en la distancia FM-BSM, así como en la posición vertical relativa del foramen mentoniano en la mandíbula (ratio FM-BSM/VM). Al aumentar la edad existe una mayor distancia FM-BSM y de la ratio FM-BSM/VM. Entre los factores que pueden explicar estos resultados, se encuentran la pérdida

ósea periodontal, pero consideramos que pueden existir otros factores involucrados, que tendrían que ser analizados en otro estudio.

La posición del foramen mentoniano en niños, antes de la erupción dentaria, está más próxima a la cresta alveolar. Durante el proceso de erupción, el foramen ocupa una posición intermedia entre la cresta alveolar y el borde inferior mandibular⁵². Este aparente movimiento del foramen es relativo y depende de la aposición de hueso alveolar³⁴¹. Así, Orham y cols.³² describen que la distancia desde el foramen mentoniano a la cresta alveolar varía significativamente entre niños de 6 a 12 años, de 13 a 15 años y de 16 a 18 años, siendo menor en el grupo de niños de menor edad, en los que aún no se ha completado el proceso eruptivo.

Con respecto a la condición dental, observamos que la ausencia dental causa una reducción en la distancia FM-BSM, en concordancia con lo descrito en la literatura⁶². Chu y cols.⁶² describen esto ocurre especialmente en varones. Con la pérdida de dientes y la consecuente reabsorción ósea, la cresta alveolar desciende hacia el foramen mentoniano. En casos extremos de reabsorción, el foramen mentoniano emerge directamente en el margen alveolar. En nuestro estudio, el estado dental es un factor predictivo de la distancia FM-BSM. Así, los pacientes dentados presentan una probabilidad 10 veces superior a los pacientes desdentados de presentar elevadas distancias FM-BSM. Con respecto a la distancia FM-BIM, aunque en el presente estudio esta distancia es inferior en desdentados, no observamos diferencias significativas, a diferencia de lo observado en otros estudios^{60, 62, 355}. Chrcanovic y cols.⁶⁰ observaron una reducción en la altura mandibular desde la cresta alveolar, medida en la región del foramen mentoniano, hasta el borde inferior mandibular, en pacientes desdentados. Explican que la ausencia dental produce cambios dimensionales mayores en altura que en anchura, y que el estado dental tiene una mayor influencia en la anatomía mandibular que la diferencia de género. Además describen que la posición relativa del foramen mentoniano en la mandíbula muestra diferencias estadísticamente significativas entre dentados y desdentados. Después de la extracción dentaria el foramen mentoniano se sitúa más cerca de la cresta alveolar. En nuestro estudio, el estado dental es un factor predictivo de posición vertical del foramen mentoniano (ratio FM-BSM/VM). Los pacientes dentados presentan una probabilidad 10 veces superior de presentar elevadas ratios FM-BSM/VM.

Con respecto a la posición anteroposterior del foramen mentoniano, la distancia FM-BSM en nuestro estudio no se ve afectada por esta posición, a diferencia de lo descrito por otros autores⁶³, que aumenta a medida que se desplaza en sentido anteroposterior. En nuestro

estudio, esto quizás no se observa debido a la reabsorción provocada por la ausencia de dientes adyacentes al foramen, en algunos casos.

Respecto al análisis de la posición del foramen mentoniano, se han observado variaciones en su localización, siendo su posición más anterior la situada apical al canino, y su posición más posterior apical al segundo molar^{66, 356-358}. En la literatura científica, la localización predominante es la apical al segundo premolar o entre los ápices de los premolares^{52, 61, 63, 339, 345, 346, 359, 360}. Concretamente, la posición más común es la localizada apical al segundo premolar^{58, 59, 61, 66, 264, 333, 345, 346, 355, 358-364} (Tabla 76). Si bien la mayoría de los casos se agrupan en estas dos localizaciones, existe un porcentaje menor (16,7%), en línea con el primer premolar o distal al segundo premolar, que no debe ser ignorado. En la literatura se observa una ausencia de forámenes mentonianos anteriores al primer premolar⁶⁰, coincidiendo con el presente estudio. Sigh y Srivastav³⁴⁵ analizaron 100 mandíbulas secas, localizando el foramen mentoniano más frecuentemente apical al segundo premolar, y con menor frecuencia otras localizaciones como la apical entre el primer y el segundo premolar, la apical entre el segundo premolar y el primer molar, y con mucho menor frecuencia la localizada apical al primer premolar. En este sentido, Philips y cols.³⁴⁶ observaron, en ortopantomografías, que el foramen mentoniano se sitúa en posición mesial al segundo premolar mandibular en el 18% de los casos, apical al segundo premolar en el 62,7% y distal al segundo premolar en el 19,3% de los casos. Xu y cols.³⁶⁰ en su estudio realizado en disecciones anatómicas identifican el foramen en posición inferior al segundo premolar en el 58,7% de las mandíbulas. Un estudio realizado en una población europea (británica) indica que el 1,4% de los forámenes mentonianos se sitúan debajo de primer molar, el 40,5% entre los premolares, el 52,2% en la región del segundo premolar, el 5,4% entre el segundo premolar y el primer molar, y finalmente el 0,3% apical al primer molar³⁵⁹. Otros estudios realizados en grupos étnicos o razas diferentes, incluyendo las poblaciones bosnia³⁴⁴, tailandesa⁶¹, india asiática^{345, 363}, pakistaní³⁶⁵, china^{58, 360, 362}, brasileña³⁵⁵, saudí³⁵⁸ y keniana³⁶⁶, sitúan el foramen mentoniano en posición apical al segundo premolar. Nuestros resultados coinciden con lo observado en estos estudios, la localización más frecuente es la apical al segundo premolar. No obstante, otras investigaciones al respecto muestran como localización predominante del foramen mentoniano, la situada entre el primer y el segundo premolar^{55, 63, 76, 341, 367}. En este sentido von Arx y cols.⁶³, describen en su estudio realizado sobre 148 CBCTs que la mayoría de los forámenes mentonianos (56%) se localizan entre los dos premolares y que el 35,7% de éstos se observan en posición apical al segundo premolar. De forma similar, Kalender y

cols.⁷⁶ en un estudio realizado sobre 193 CBCTs, localizan el 59,8% de los forámenes en una posición intermedia entre los dos premolares y el 30,4% apical al segundo premolar. Otras localizaciones del foramen mentoniano, diferentes a las dos más frecuentes que se han descrito, podrían ser debidas a un retraso en el desarrollo postnatal³⁵⁶. Hay que tener en cuenta que existen diversos factores como son el dimorfismo en la dentición debido al género³⁶⁸, la variabilidad en la atrición dental³⁶⁹, variaciones en el tamaño dental³⁷⁰, la deriva o el desplazamiento dental mesial y el continuo proceso de exfoliación dental, o la existencia de maloclusiones que pueden alterar y oscurecer la relación entre la posición del foramen mentoniano y el diente bajo el cual se localiza⁶⁰. Además Al-Khateeb y cols. explican³⁴¹ que algunos de estos factores pueden verse alterados por la edad, la dieta y las características raciales generando variaciones en la localización del foramen mentoniano en poblaciones de distintos países.

Cutright y cols.³⁶⁴ identifican una tendencia a presentar una posición más posterior del foramen mentoniano en individuos de raza negra. En su estudio observaron que el foramen mentoniano se localiza mesial al segundo premolar en el 14,1% de los casos y distal en un tercio de los casos mientras que en individuos de raza blanca se localiza mesial al segundo premolar en el 38,1% de los casos y distal tan solo en el 10,5% de los casos. Mwaniki y cols.³⁶⁶ en un estudio sobre la población keniana, identifican el foramen mentoniano debajo del ápice del segundo premolar en el 56% de los casos y en el 31%, entre el segundo premolar y primer molar. Fabian y cols.³⁴² en una población de Tanzania localizan el foramen mentoniano entre los ápices del segundo premolar o distal a este en el 80% de los casos.

Santini y Alayan³⁷¹ han publicado en un estudio antropométrico realizado en cráneos que pertenecen a tres poblaciones diferentes, china, europea e india, que existen diferencias en la posición del foramen mentoniano basadas en la población. La posición en la población china se sitúa en línea con el segundo premolar, mientras que en las poblaciones europea e india, el foramen mentoniano se sitúa entre el primer y el segundo premolar. Del mismo modo, varios estudios anatómicos^{58, 360, 372} sobre población china localizan el foramen mentoniano con mayor frecuencia en posición apical al segundo premolar. Además Santini y cols.³⁷¹ describen que el foramen mentoniano ocupa en la población europea una posición más anterior en relación al tamaño mandibular en la población en comparación con las poblaciones china e india.

Tabla 76. Posición anteroposterior del foramen mentoniano en estudios realizados sobre distintas poblaciones.

POSICIÓN DEL FORAMEN MENTONIANO EN EL SEGUNDO PREMOLAR			
ASIÁTICOS	CAUCÁSICOS	POBLACIÓN NEGRA	OTROS
<u>Anatómicos, cráneos secos</u>			
Santini y cols. ³⁷¹ (China)	Voljevica y cols. ³⁴⁴ (Bosnia)	Eboh y Oliseh ³⁷³ (Nigeria)	Al Jasser y cols. ³⁵⁸ (Arabia Saudí)
Xu y cols. ³⁶⁰ (China)		Mwaniki y cols. ³⁶⁶ (Kenia)	Yesilyurt y cols. ³⁷⁴ (Turquía)
Wang y cols. ⁵⁸ (China)		Fabian y cols. ³⁴² (Tanzania)	Oguz y cols. ³⁷⁵ (Turquía)
Guo y cols. ³⁷⁶ (China)		Igibgi y cols. ³⁴³ (Malawi)	Chracovic y cols. ⁶⁰ (Brasil)
Apishasmit y cols. ⁵⁷ (Tailandia)		Mbajiorgu y cols. ³⁷⁷ (Zimbabue)	Tebo y Telford ²⁶⁴ (Norteamérica)
Boonpiruk y cols. ³⁷⁸ (Tailandia)		Green y cols. ³⁷² (población negra)	
Green y cols. ³⁷² (Hong Kong)			
Udhaya y cols. ³³⁹ (India)			
Shackland y cols. ³⁶³ (India)			
Singh y cols. ³⁴⁵ (India)			
Gupta y cols. ³⁶¹ (India)			
<u>Ortopantomografías</u>			
Ngeow y cols. ³⁵⁷ (Malasia)	Philips y cols. ³⁴⁶ (GB)		Fuentes y cols. ³⁷⁹ (Chile)
Habib-ur y cols. ³⁶⁵ (Pakistán)	Smajilagic y cols. ³⁸⁰ (Bosnia)		Afkhami y cols. ³⁸¹ (Irán)
Kim y cols. ³⁸² (Korea)			Al Talabani y cols. ³⁸³ (Iraq)
Neo y cols. ³⁸⁴ (Singapur)			Chkoura y El Wady ³⁸⁵ (Marruecos)
Parnami y cols. ³⁸⁶ (India)			
<u>CBCT</u>			
	Muinel y cols. ³⁸⁷ (España)		Khojastepour y cols. ³³⁸ (Irán)
			Orhan y cols. ³² (Turquía)(niños)
POSICIÓN DEL FORAMEN MENTONIANO ENTRE EL PRIMER PREMOLAR Y EL SEGUNDO PREMOLAR			
ASIÁTICOS	CAUCÁSICOS	POBLACIÓN NEGRA	OTROS
<u>Anatómicos cráneos secos</u>			
Santini y cols. ³⁷¹ (India)	Santini y cols. ³⁶² (GB)		Oliveira Junior y cols. ³⁵⁰ (Brasil)
Koppe y cols. ³⁸⁸ (India)	Neiva y cols. ⁵⁹ (caucásicos)		Chu y cols. ⁶² (Brasil)
	Kay y cols. ³⁵⁹ (caucásicos)		Santini y cols. ³⁷¹ (India)
	Green y cols. ³⁷² (caucásicos)		
	Koppe y cols. ³⁸⁸ (pob. europea)		
<u>Ortopantomografías</u>			
Gada y cols. ³⁸⁹ (India)	Kqiku y cols. ³⁹⁰ (Kosovo)	Olasoji y cols. ³⁹¹ (Nigeria)	Gungor y cols. ³⁹² (Turquía)
			Aktekin y cols. ³⁹³ (Turquía)
			Al Khateeb y cols. ³⁴¹ (Jordania)
			Haghanifar y cols. ³⁹⁴ (Irán)
			Al-Shayyab y cols. ³⁹⁵ (Iraq)
			Pria y cols. ³⁹⁶ (EE.UU)
			Moisewitsch y cols. ³⁶⁷ (Norteamérica blancos)
<u>CBCT</u>			
Pyun y cols. ¹⁵ (Korea)	Von Arx y cols. ⁶³ (Suíza)		Kalender y cols. ⁷⁶ (Turquía)
Chen y cols. ³⁹⁷ (China)	Oliveira-Santos y cols. ⁷⁷ (Bélgica)		Orhan y cols. ³² (Turquía)

GB.: Gran Bretaña. EE.UU.: Estados Unidos

Los estudios disponibles no mostraron diferencias significativas en la localización anteroposterior del foramen mentoniano atendiendo al género o la edad^{61, 63, 66, 68, 76, 358}, esto concuerda con nuestros resultados. No obstante, Al-Khateeb y cols.³⁴¹ describen en ortopantomografías que la posición del foramen mentoniano más común en varones es apical al segundo premolar y en mujeres una posición intermedia entre premolares. Además describen, al igual que otros autores^{362, 379, 395}, un aumento en la frecuencia de localización del foramen en posiciones más posteriores a medida que aumenta la edad. Los autores^{341, 379, 395} explican que es probable que este cambio posterior en el posicionamiento se relacione con la mesialización dental debido a la atrición de las superficies interproximales de los dientes relacionada con la edad. En nuestro estudio, a pesar de no observar diferencias significativas en la posición anteroposterior atendiendo a la edad, podemos detectar que existe una tendencia. Un estudio con un tamaño muestral mayor nos permitiría aclarar esta tendencia. Por otro lado, no hemos encontrado ningún caso de ausencia del foramen mentoniano, a diferencia de otros estudios realizados en CBCTs⁷⁷, mandíbulas humanas secas³⁹⁸ y sobre pacientes^{399, 400}. De Freitas y cols.³⁹⁸ han identificado en una muestra de 1435 mandíbulas secas la ausencia de dos forámenes mentonianos en el lado derecho y uno en el lado izquierdo, lo cual supone una ausencia del 0,002%. En ciertas ocasiones esta ausencia se ha relacionado con la presencia de alteraciones en el desarrollo embriológico. Oliveira-Santos y cols.⁷⁷ describen la ausencia del foramen mentoniano unilateral en dos casos analizados mediante CBCTs (0,7%), estando un caso relacionado con una hendidura palatina. Manikandhan y cols.⁴⁰¹ describen la ausencia del conducto dentario inferior y el foramen mentoniano en una mujer diagnosticada de microsomía hemifacial. Hassan y cols.⁴⁰² describen un caso de ausencia bilateral del foramen mentoniano y presencia en la base del cráneo de forámenes carotidoclinoides bilaterales.

Varios autores han descrito una baja asimetría (7-27%) en la posición del foramen mentoniano^{61, 63, 358}. En nuestro estudio la frecuencia de asimetrías en la posición del foramen mentoniano en relación con la dentición es moderada (51,4%), siendo similar al 53,4% y al 56% descrito en CBCTs por Kalender y cols.⁷⁶ y en mandíbulas por Alves Chu y cols.⁶², respectivamente, al 54,6% observado en mandíbulas secas por Chrcanovic y cols.⁶⁰ y al 48% descrito por Currie y cols.⁴⁰³ en ortopantomografías. Esta frecuencia es superior al 7,7% descrito por von Arx y cols.⁶³ en la población suíza, al 33% descrito por Al-Khateeb y cols.³⁴¹ en la población jordana y al 34,2% descrito por Ngeow y cols.³⁵⁷ en la población malaya. A

excepción de los estudios de Alves Chu y cols.⁶², realizado sobre mandíbulas secas, Kalender y cols.⁷⁶, von Arx y cols.⁶³ realizados mediante CBCTs, y de Apinhasmit y cols.⁶¹ realizados en cráneos, la mayor parte de los estudios disponibles^{60, 341, 357, 358} deben ser analizados con precaución puesto que han sido realizados en ortopantomografías, las cuáles son consideradas poco fiables en el análisis de la asimetría de estructuras anatómicas mandibulares⁴⁰⁴. Al igual que en el presente estudio, existen autores⁴⁰³ que han observado diferencias estadísticamente significativas en la posición del foramen mentoniano entre la hemimandíbula derecha e izquierda. En este sentido, Fuentes y cols.³⁷⁹ describen una posición más anterior del foramen mentoniano en la hemimandíbula izquierda. Explican que la variabilidad en la posición del foramen mentoniano puede estar relacionada con diferentes hábitos alimenticios, que afectarían el desarrollo mandibular. En este sentido, Captier y cols.⁴⁰⁵ también describen una distancia significativamente mayor desde el foramen mentoniano al borde posterior mandibular en la hemimandíbula derecha. Sin embargo, otros estudios realizados en CBCTs no observa una diferencia en la posición del foramen mentoniano entre la hemimandíbula derecha e izquierda^{63, 76}.

Kieser y cols.⁶⁴ clasifican el tipo de emergencia del nervio mentoniano en cuatro categorías: posterior, anterior, en ángulo recto y múltiple, y describen que la dirección de salida del nervio mentoniano más común es la posterior, conformando una forma tipo Y o T entre el nervio mentoniano y el nervio incisivo. La razón de por qué sucede esto no está clara, los autores argumentan que el cambio en la dirección podría ser atribuido al crecimiento en sentido anterior de la mandíbula, la cual arrastra al paquete neurovascular durante el crecimiento. Warwick⁶⁵ sugiere, por primera vez, que la inclinación posterior del foramen mentoniano está relacionada con el desarrollo del mentón. Esta opinión está apoyada por Montagu y cols.³⁶⁷ los cuales sugieren que el gradiente de crecimiento mandibular sigue en sentido posterior, con lo cual cabe esperar que el foramen se abra en la misma dirección. Además, el estudio realizado por De Villiers y cols.⁶⁷ describen una emergencia anterior del foramen mentoniano en aquellos casos con ausencia de erupción de los primeros molares deciduos, esta observación apoya lo encontrado por otros autores^{65, 66}. Sin embargo, en el presente estudio realizado en la CBCT los resultados son muy distintos, siendo la emergencia más común del nervio mentoniano la superior. Esto puede deberse a que hemos utilizado una metodología distinta, es decir, hemos considerado como emergencia superior aquellos trayectos de emergencia del nervio que formaban con la cortical un ángulo inferior a 65°.

mientras que los que formaban un ángulo igual o mayor se clasificaban en los otros tipos (directa, posterior y anterior). Chrcanovic y cols.⁶⁰ en su estudio sobre mandíbulas secas han observado que la dirección prevalente de emergencia es la superior. Es importante resaltar que la clasificación empleada por estos autores incluye todas las direcciones posibles en las tres dimensiones (anterior, posterior, superior, inferior, lateral y medial). Sin embargo, en un estudio³⁷⁷ realizado en la población negra de Zimbabue, se describe un patrón de emergencia directo como el más frecuente (45%). Kieser y cols.⁶⁴ también identifican el patrón de emergencia directa como el más común en la población negra. Varios autores describen una emergencia posterosuperior del foramen mentoniano, entre ellos Igbigbi y Leboma³⁴³, en una población de Malawi, Apishasmit y cols.⁵⁷, en una población tailandesa, Haghanifar y cols.³⁹⁴ en una población iraní. Igbigbi y cols.³⁴³ describen una emergencia superior solo en el 2,3% de los casos. En general, la literatura científica indica que las direcciones más frecuentes de emergencia del foramen mentoniano son: posterior, superior o posterosuperior. Las razones de esta variabilidad son diversas, aunque las más importantes se deben a motivos raciales y a diferencias metodológicas en los estudios.

En el presente estudio no se observan diferencias en la distribución del tipo de emergencia entre varones y mujeres. Estos resultados están en consonancia con otros autores⁶¹. Considerando la emergencia según el estado dental, Chrcanovic y cols.⁶⁰ han observado una menor prevalencia de emergencia del tipo lateral y posterior en mandíbulas edéntulas. Los autores explican que a medida que el proceso alveolar se reabsorbe, la longitud del bucle del nervio mentoniano disminuye, previo a la emergencia a través del foramen mentoniano, permaneciendo en casos avanzados después de un largo proceso de reabsorción únicamente una dirección lineal anterior al conducto mandibular. En consonancia con lo anterior, en el presente estudio hemos observado diferencias en el patrón de emergencia atendiendo al estado dental de los pacientes. Hemos observado que los pacientes parcialmente o completamente desdentados muestran una menor prevalencia de emergencia superior, y una mayor prevalencia de emergencias directas y anteriores, en comparación con los pacientes dentados. Por lo tanto, puede intuirse que la ausencia dental influye en las características anteroposteriores del bucle del nervio mentoniano. La localización y emergencia del nervio mentoniano y sus cambios en relación a la edad y presencia de dientes han sido descritos en varios estudios^{66, 264}.

6.3.2 Foramen mentoniano en ortopantomografías

Identificar el foramen mentoniano mediante ortopantomografías no siempre es posible. El análisis del foramen mentoniano mediante otras técnicas de imagen bidimensionales, por ejemplo las radiografías periapicales, logra identificarlo en el 53% de los casos⁵⁵. La detección del foramen mentoniano en estudios realizados en ortopantomografías oscila entre el 44,5%⁴⁰⁶ y el 99%³⁴¹. A excepción del bajo índice de visualización (44,5%) descrito por Cantekin y cols.⁴⁰⁶, en general, la visualización del foramen mentoniano es superior al 80%^{39, 138, 335, 341, 357, 358, 379, 396}. Madrigal y cols.⁴⁰⁷ identifican ambos forámenes mentonianos en el 72% de los pacientes. Sin embargo, Jacobs y cols.³³⁵ identifican el foramen mentoniano en el 94% de los casos, y sólo el 49% presenta una clara visibilidad. Otros autores describen porcentajes similares, Al Jasser y cols.³⁵⁸ describen un porcentaje de visualización del foramen mentoniano del 95,9% y Pria y cols.³⁹⁶ un porcentaje del 93%. En el presente estudio se observa una tasa de detección del foramen mentoniano en ortopantomografías del 83,8%, similar a lo descrito en la literatura^{138, 341, 379, 407-409}, aunque hay que mencionar que presentamos unos valores inferiores de buena visibilidad en comparación con otros estudios^{39, 138, 335, 341}. Aunque Cantekin y cols.⁴¹⁰ describen un porcentaje de buena visibilidad de foramen mentoniano en ortopantomografías del 0%. En el presente estudio, hemos utilizado la clasificación de Yosue y Brooks¹³⁸ para determinar la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías, la cual presenta cuatro categorías, a diferencia de otros autores que únicamente describen la presencia o ausencia de visibilidad del foramen mentoniano^{357, 358, 396, 407}. En el presente estudio, el porcentaje de forámenes del tipo continuo y el porcentaje de forámenes no identificados son similares a lo descrito por Yosue y Brooks¹³⁷. El tipo más común es el difuso, a diferencia de lo observado por Yosue y Brooks¹³⁷, con un predominio del tipo separado. Sin embargo, otros estudios^{39, 341} describen el tipo continuo como el más frecuente. La literatura disponible^{39, 138, 341} describe que el aspecto que con menor frecuencia presenta el foramen mentoniano es el tipo no identificado o IV de Yosue y Brooks¹³⁸ (entre 1% y 12% de los forámenes), similar al 16% descrito en el presente estudio.

El aspecto del foramen mentoniano en radiografías panorámicas es distinto en varones que en mujeres. En nuestro estudio se observaron diferencias significativas en el aspecto del foramen mentoniano entre varones y mujeres, obteniéndose una mayor frecuencia de forámenes difusos y no identificados en mujeres. Por el contrario, otros autores observan que

los tipos difuso y no identificado son más frecuentes en varones¹³⁸. Respecto a la frecuencia de los forámenes identificados en el presente estudio es significativamente mayor en varones (87,4% frente a 81,4%), al igual que observan otros autores^{341, 379}. Se considera que esta diferencia de visibilidad según el género puede ser debida a la mayor desmineralización y pérdida ósea en mujeres³⁷⁹, siendo 3 veces superior en mujeres de edad avanzada respecto a los varones⁴¹¹. Otra de las causas que afectaría a la visibilidad de foramen mentonio propuesta por Yosue y Brooks¹³⁸ y relacionada con el dismorfismo sexual es el espesor de la cortical lingual. Estos autores sugieren que cuando existe un espesor importante de la cortical lingual se dificulta la visibilidad del foramen mentoniano debido a que disminuye la radiolucidez del mismo. Sin embargo, de cumplirse esto, la visibilidad del foramen mentoniano en varones sería menor que en mujeres y sin embargo ocurre lo contrario.

Por otra parte, nuestros resultados demuestran que la visibilidad de los forámenes mentonianos en ortopantomografías está influenciada por factores anatómicos tales como el diámetro, la forma, el ángulo de emergencia del foramen mentoniano, y factores generales como la edad. La forma oval del foramen mentoniano presenta la mejor visibilidad, del mismo modo que ocurre con los forámenes mentonianos con ángulos de emergencia elevados. Esto último podría ser explicado por el hecho de que cuanto mayor es el ángulo de emergencia del foramen, la incidencia del haz de rayos X es más paralelo al trayecto de salida. Esto mismo ha sido propuesto por otros autores²⁸⁸, cuando el haz de rayos X es proyectado con una dirección paralela al foramen, la probabilidad de visualización del foramen es mayor. En relación a la edad, los forámenes mentonianos en pacientes de menor edad presentan una mejor visibilidad. En este sentido, Ngeow y cols.⁴¹² muestran que la visibilidad de los forámenes mentonianos ocurre en el 90,3% de los pacientes con edades comprendidas entre 20 y 29 años, mientras que en el grupo de edad superior a 50 años únicamente son visualizados el 45% de los forámenes mentonianos. Esta disminución de la visibilidad con la edad también es observada por Fuentes y cols.³⁷⁹, aunque en menor medida. En su estudio realizado con pacientes con edades comprendidas entre 21 y 35 años la visibilidad del foramen mentoniano es del 95,6%, mientras que en pacientes con edad superior a 65 años es solamente del 75,6%. Otros autores, como Kuzmarovic y cols.³⁹ visualizan los forámenes mentonianos en el 88% de las ortopantomografías en pacientes desde 64 a 93 años. Esta influencia de la edad en la visibilidad de estructuras anatómicas mandibulares en ortopantomografías también ha sido descrita por Politis y cols.²⁸², que

observan que la edad representa un factor determinante de la visibilidad del conducto dentario inferior. Diversos autores^{29, 407, 413, 414} han sugerido que estas diferencias en la visualización según la edad pueden ser debidas a los cambios óseos relacionados con la misma.

En relación al diámetro, los forámenes mentonianos visualizados mediante ortopantomografías presentaban un diámetro menor y un área significativamente mayor que lo forámenes no identificados, resultando el diámetro menor un factor que influye en la visibilidad de los forámenes mentonianos. Cuando consideramos la clasificación de Yosue y Brooks¹³⁸ observamos que el tipo no identificado presenta el menor diámetro en CBCT. En el presente estudio, al igual que lo observado por otros autores³³⁵, el estado dental no influye en la identificación del foramen mentoniano.

Algunos autores⁵⁰ consideran que la falta de visibilidad podría deberse al escaso contraste entre el foramen y el hueso, debido al patrón de hueso trabecular, una cortical lingual gruesa, entre otros. Otros autores^{12, 136} describen que la visualización de estructuras anatómicas relacionadas con el foramen mentoniano, como el “loop” anterior, podría relacionarse con el bajo contraste que existe en un hueso de baja calidad. En el presente estudio, la calidad ósea no influye en la visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías. Esto concuerda con lo descrito por Vujanovic y cols.²⁸⁵ en el caso del “loop” anterior del conducto dentario inferior. Los autores explican que, al igual que lo descrito para el canal incisivo, la identificación del “loop” estaría relacionada más relacionada con el grado de corticalización del canal²⁸⁵.

Ngeow y cols.⁴¹² sugieren que el uso de las técnicas radiográficas convencionales no son suficientes para la planificación prequirúrgica en pacientes mayores y deben ser complementadas con un estudio radiológico 3D. Se consideran como causas por las que no es posible la identificación del foramen mentoniano en ortopantomografías, las características del patrón trabecular circundante^{138, 335}, la presencia de gérmenes dentarios, un hueso mandibular delgado y el oscurecimiento de la radiografía¹³⁸. Además, es necesario considerar que las variaciones en las características faciales, asociadas al crecimiento y desarrollo, así como las variaciones en la posición del paciente pueden causar una inclinación mesial o distal del haz de rayos. Un posicionamiento anterior o posterior de la cabeza genera distorsión en la imagen¹³⁵. Estas variaciones en la posición de la mandíbula causan alteraciones en el aspecto del foramen mentoniano. El uso y la posición de un bloque de mordida y el tipo de equipamiento panorámicos pueden ser factores causantes de distorsión en la imagen, así como

otras circunstancias que pueden dificultar la identificación tales como la forma del arco dental, la localización y la superposición de los dientes, así como los cambios del hueso mandibular propios de la extracción dentaria¹³⁶⁻¹³⁸.

Se ha tratado de mejorar la capacidad de las ortopantomografías en la visualización de estas estructuras neurovasculares. Dharmar y cols.⁴¹⁵ afirman que la inclinación hacia abajo, aproximadamente 5°, de la cabeza del paciente permite una visualización más nítida del conducto dentario inferior, debido, en algunos casos, a la menor superposición de otras partes de la mandíbula. Los autores afirman que solo el 60% de los forámenes mentonianos son visibles mediante radiografías panorámicas estándar y que esta técnica permite una visualización de hasta el 91% de los casos.

Los estudios al respecto de la relación entre los valores de los píxeles y la visibilidad del conducto dentario inferior presentan resultados variables. Por un lado, Naitoh y cols.³⁰⁴ observan que existe una relación entre la visibilidad del conducto dentario inferior y la escala de grises obtenida en radiografías panorámicas digitales. Sin embargo, Pria y cols.³⁹⁶ describen que no existe una influencia de los valores de los píxeles en la visibilidad de los conductos dentarios inferiores en la zona posterior mandibular. Según nuestro conocimiento no existen estudios al respecto en relación al foramen mentoniano.

6.4 FORAMEN MENTONIANO ACCESORIO

Se han descrito en la literatura científica variaciones en el número de forámenes mentonianos, denominados forámenes mentonianos accesorios, donde aparecen uno o más forámenes accesorios en una o ambas hemimandíbulas. Estas variaciones anatómicas surgen de la ramificación del nervio mentoniano, previo a su salida por el foramen mentoniano⁴¹⁶. La formación del foramen mentoniano no se completa hasta su división en varias ramificaciones⁷⁰. Toh y cols.⁷⁴ explican que la bifurcación del nervio mentoniano antes de la formación del foramen mentoniano, que no se completa hasta la duodécima semana de gestación²⁹, pueden originar la presencia de forámenes mentonianos accesorios.

En la identificación de estas variaciones anatómicas, es importante establecer la diferencia que existe entre un foramen mentoniano accesorio y un foramen nutricio. El foramen mentoniano accesorio es una apertura en el hueso, que se origina a partir de una ramificación del conducto dentario inferior. Sin embargo, el foramen nutricio no se origina a

partir de una bifurcación del conducto dentario inferior, son canales que pueden proceder del tejido blando, y además, sus dimensiones son generalmente inferiores. Otros autores consideran que los forámenes nutricios solo presentan contenido vascular⁴¹⁷.

Existen diversos estudios que analizan la presencia de forámenes mentonianos accesorios, aunque la mayoría de ellos están realizados en mandíbulas secas^{85, 339}. Sawyer y cols.⁸⁵ realizaron un estudio antropométrico en diferentes grupos étnicos y observaron una prevalencia que oscila entre el 1,5% y el 12,5%. La frecuencia en estudios anatómicos también se sitúa en un rango similar, entre el 1,2% y el 13,6%^{52, 62, 339, 341, 345, 418}. Es menos frecuente observar estudios clínicos y radiológicos que analicen estas variaciones⁴¹⁶, los que existen sobre esta temática incluyen un tamaño muestral más reducido, en ambos TCs y CBCTs^{29, 70-72, 75, 76, 410, 419}.

6.4.1 Foramen mentoniano accesorio en tomografía computarizada de haz cónico

La presencia de forámenes mentonianos accesorios es mayor que en otros estudios realizados mediante CBCTs o TCs^{32, 70, 71, 73, 75, 76, 267, 419}, de acuerdo con lo observado por Oliveira-Santos y cols.²⁷⁵ (Tabla 77). Estudios anatómicos realizados sobre mandíbulas han demostrado una prevalencia de los forámenes mentonianos accesorios del 1,5 al 30%^{52, 62, 66, 85, 341, 363, 420, 421}. La frecuencia de forámenes mentonianos accesorios en estudios realizados sobre la población europea oscila entre el 1,5%, observado en rusos⁶⁶, y el 14%, en belgas²⁷⁵. En varios estudios realizados sobre mandíbulas secas se observa una frecuencia del 3,3 al 6,6% en griegos^{28, 66, 418}, del 2,6% en franceses e italianos⁶⁶, del 3% en húngaros⁴²¹, y del 2,7% en bosnios³⁴⁴. En el presente estudio, la presencia de forámenes mentonianos accesorios es del 13%. Los únicos estudios disponibles sobre CBCTs en la población europea muestran una prevalencia del 9,4 al 14% y han sido realizados en la población belga^{77, 275}. Existen estudios que afirman que la presencia de forámenes mentonianos accesorios es mayor en ciertos grupos étnicos^{64, 85, 420}, aunque esto ha sido discutido por algunos autores⁵⁹. Kieser y cols.⁶⁴ identifican una mayor prevalencia en maoríes y negros (9% y 7,6%, respectivamente) en comparación con la población caucásica (2,7%). Sawyer y cols.⁸⁵ describen una frecuencia baja en blancos americanos y en índios asiáticos, del 1,4% y el 1,5%, respectivamente; mientras que en afroamericanos e indios nazca es elevada, del 5,7% y el 9%, respectivamente. Del mismo modo Hanihara y cols.⁴²⁰ determinan que las poblaciones del África subsaharianas,

así como del este y noreste de Asia presentan las mayores frecuencias de forámenes accesorios (por encima del 20%), mientras que la población europea presenta de forma general una frecuencia entre el 6 y 10%, presentando los mayores valores las poblaciones escandinava y rusa (15% y cerca del 20%, respectivamente) y la menor en las poblaciones del este europeo alrededor del 5%. En el presente estudio los resultados son superiores a la prevalencia descrita para las poblaciones mediterráneas^{28, 66, 418, 420} y muestra una frecuencia elevada dentro de los estudios realizados en la población europea.

Otros estudios realizados en otras razas identifican una prevalencia en indios asiáticos hasta el 6,6%³⁶³, del 10% en la población jordana³⁴¹, y una frecuencia entre el 6,7 y el 14,3% en la población japonesa^{74, 422}.

En el presente estudio la presencia de forámenes accesorios muestra una frecuencia similar en varones y mujeres. Al igual que otros estudios^{29, 72-74, 76, 77, 410, 419}, no se observaron diferencias en la presencia atendiendo al género. Al contrario, Sawyer y cols.⁸⁵ en un estudio realizado en mandíbulas secas en indios de nazca, indios asiáticos, blancos americanos y afroamericanos, observan que, considerando las cuatro etnias juntas, la presencia de forámenes mentonianos accesorios fue más frecuente en varones (3% varones, 2,6% mujeres). Sin embargo, los autores explican que los métodos de identificación antropológica del sexo, usados en su estudio, presentan una tasa de error del 10%, la cual hay que tener en consideración. Otro estudio de otra magnitud, realizado en una muestra de 81 poblaciones distintas, observa una mayor prevalencia en varones asiáticos. Además afirma que las diferencias debidas al sexo no son constantes en todos los grupos étnicos⁴²⁰.

Naitoh y cols.²⁷⁶ describen que la presencia de forámenes accesorios es más frecuente en pacientes menores de 30 años, en comparación con los pacientes con edades superiores a 60 años. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los 3 grupos observados. En el presente estudio tampoco se observaron diferencias significativas entre los grupos de edad. Los pacientes mayores de 50 años muestran una frecuencia ligeramente superior, en comparación con los pacientes de menor edad.

Tabla 77. Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en estudios realizados mediante tomografía de haz cónico (CBCT).

	NÚMERO DE CBCTs (N)	FRECUENCIA DE FORÁMENES MENTONIANOS ACCESORIOS (%)	GÉNERO (frec)	EDAD (frec)
Muinel y cols. ³⁸⁷ (2015) (España)	344	13%	No dif.	No dif.
Iwanaga y cols. ⁴²² (2015) (Japón)	63	14,3%	NC.	NC.
Carruth y cols. ⁶⁸ (2015) (EE.UU)	106	6,6%	NC.	NC.
Khojastepour y cols. ³³⁸ (2015) (Irán)	156	5,1%	No dif.	No dif.
Leite y cols. ⁷² (2014) (Brasil)	250	3,2%	No dif.	No dif.
Cantekin y cols. ⁴¹⁰ (2014) (Turquía)	275	6,5% (niños)	No dif.	NC.
Santos y cols. ⁴²³ (2013)(Brasil)	58	5,1%	NC.	NC.
Neves y cols. ²⁶⁷ (2013) (Brasil)	127	7,4%	NC.	NC.
Goregen y cols. ⁶⁹ (2013) (Turquía)	315	6,3%	No dif.	NC.
Orham y cols. ³² (2013) (Turquía)	63	6,3% (niños)	NC.	NC.
Sisman y cols. ⁴¹⁹ (2012) (TC) (Turquía)	504	2%*	No dif.	No dif.
Kalender y cols. ⁷⁶ (2012) (Turquía)	193	6,5%	No dif.	NC.
Imada y cols. ⁷⁰ (2012) (Brasil)	100	3%	NC.	NC.
De Oliveira Santos y cols. ²⁷⁵ (2012) (Bélgica)	100	14%	NC.	NC.
Oliveira Santos y cols. ⁷⁷ (2011) (Bélgica)	285	9,4%	No dif.	No dif.
Naitoh y cols. ⁷³ (2011) (Japón)	365	7,7%	NC.	NC.
Naitoh y cols. ²⁷⁸ (2010) (Japón)	28	7,1%	NC.	NC.
Haktanir y cols. ⁷⁵ (2010) (Turquía)TC	285	9,4%	No dif	No dif
Naitoh y cols. ²⁹ (2009) (Japón)	157	7%	No dif.	No dif.
Katakami y cols. ⁷¹ (2008) (Japón)	150	10,7%	NC.	NC.

*Analiza forámenes bucales accesorios, solo 5 de los 14 forámenes se unen al conducto dentario inferior y cumplen la definición de forámenes mentonianos accesorios.

NC.: No constan datos.

No dif.: Se describe que no existen diferencias significativas. Significancia $p \leq 0,05$.

Singh y cols.³⁴⁵ en un estudio sobre mandíbulas secas identifican como la locación más frecuente del foramen mentoniano accesorio el lado derecho (67%), lo cual es similar al 63,6% descrito por Goregen y cols.⁶⁹. En nuestro estudio, existe un mayor número de forámenes accesorios en la hemimandíbula derecha, aunque no se aprecia una relación entre la presencia de forámenes accesorios y el lado mandibular. La literatura científica muestra que la incidencia de forámenes mentonianos accesorios bilaterales es escasa, oscila entre 0,53 y 1,26%^{29, 69-71, 339}. La presencia de forámenes mentonianos accesorios bilaterales ocurre en el 6-18% de los casos en los que existen forámenes accesorios^{29, 71}. En este estudio no se observaron casos de forámenes accesorios bilaterales. Sin embargo, hemos identificado tres hemimandíbulas con dos forámenes mentonianos accesorios. Aunque los forámenes mentonianos accesorios generalmente se presentan de forma individual, se han observado en

mandíbulas secas^{61, 62, 85, 339} y en CBCTs^{29, 71} un número múltiple de hasta cuatro forámenes accesorios. La presencia de forámenes mentonianos accesorios dobles se ha descrito que oscila entre el 0,6 y el 1,2%^{29, 52, 71} de la población y entre el 0,6 y el 0,9% de las hemimandíbulas^{29, 61, 73}. Gershenson y cols.⁵² observan en un estudio realizado con 525 mandíbulas y 50 cadáveres en el que el 0,7% mostraban forámenes accesorios dobles. Además identifican una mandíbula con tres forámenes mentonianos accesorios (0,19%). También se ha observado la presencia de forámenes mentonianos accesorios localizados en la cortical ósea lingual mandibular. Esta variación anatómica ha sido descrita por Neves y cols.⁸⁴ como extremadamente infrecuente. Otra variación anatómica a destacar es la publicada por Serman^{82, 83}, que identifica un foramen mentoniano accesorio a través del cual el nervio se introduce en el cuerpo mandibular, después de recorrer un trayecto extraóseo. Esta hipótesis está apoyada por Pogrel y cols.⁸¹ los cuales sugieren una inervación cruzada de los incisivos con el nervio mentoniano contralateral.

El área media del foramen mentoniano accesorio es de 1,5 mm², similar a los estudios anteriores en CBCTs^{29, 71, 73, 76}. El diámetro medio del foramen mentoniano accesorio es variable, oscila entre 0,7 mm y 1,9 mm^{29, 32, 70, 77, 410}. El tamaño vertical medio oscila entre 1,2 mm y 1,6 mm, y el tamaño horizontal entre 1,2 mm y 1,4 mm^{32, 71, 76}. En estudios realizados sobre mandíbulas secas se ha observado un diámetro medio de 1 mm^{345, 418}. Kalender y cols.⁷⁶ han observado que el tamaño medio del foramen mentoniano accesorio no muestra diferencias atendiendo al sexo o al lado mandibular. El presente estudio ha realizado las mismas observaciones.

En relación a la distancia media entre el foramen mentoniano y el foramen mentoniano accesorio, la literatura muestra un amplio intervalo que oscila entre 2 y 6,3 mm^{29, 69-71, 76, 419} en estudios tomográficos. Similares resultados se han descrito en mandíbulas secas, con una distancia media entre forámenes desde 0,67 a 5,24 mm⁴¹⁸. En el presente estudio la distancia media es de 5,6 mm, con una distancia entre forámenes que oscila entre 2 y 13 mm, similar a lo descrito en la literatura (entre 0,67 a 15,4 mm)^{29, 69, 74, 76}. Se ha descrito que la distancia entre foramen mentoniano y mentoniano accesorio es mayor, de forma general, en sentido horizontal que vertical⁷¹, al igual que lo observado en el presente estudio, aunque Imada y cols.⁷⁰ describen lo contrario. En el presente estudio, la distancia media entre el foramen mentoniano accesorio y el punto de bifurcación desde el conducto mandibular

inferior es de 3,6 mm, similar a lo descrito por algunos autores⁶⁹, aunque por debajo de los valores descritos en otros estudios en la población japonesa^{73, 276}.

La localización del foramen mentoniano accesorio afecta directamente al plan de tratamiento rehabilitador, puesto que su posición puede limitar, en los procedimientos quirúrgicos, la colocación de implantes dentales. Si el foramen mentoniano accesorio se localiza en posición inferior al foramen mentoniano, la influencia durante el procedimiento quirúrgico es menor, prácticamente no existe, puesto que la planificación quirúrgica se basaría únicamente en la localización del foramen mentoniano. Varios autores afirman que la posición del foramen mentoniano accesorio es generalmente inferior o posteroinferior al foramen mentoniano^{71, 76, 267}. En este sentido Katakami y cols.⁷¹ describen que solo el 11% de los forámenes mentonianos accesorios se sitúan por encima del foramen mentoniano. Así sugieren que la identificación de la posición del foramen mentoniano es suficiente para la mayoría de los procedimientos quirúrgicos. Sin embargo, el presente estudio muestra que hasta un tercio de los forámenes mentonianos accesorios son susceptibles de ser lesionados durante procedimientos quirúrgicos, debido a que se localizan en una posición superior al foramen mentoniano. Esto supone una frecuencia similar a la observada por otros autores^{29, 73, 76, 418}. En este sentido, Oliveira Santos y cols.⁷⁷ e Imada y cols.⁷⁰ describen que hasta un 46% y un 50%, respectivamente, de los forámenes accesorios se sitúan en posición superior al foramen mentoniano. Así, los datos publicados por Oliveira Santos y cols.⁷⁷ son similares a lo observado en nuestro estudio, en el sentido en que la lesión nerviosa es posible en más del 4% de los pacientes cuando únicamente se identifica el foramen mentoniano.

En el presente estudio la distancia FM-BIM es superior a la distancia FMA-BIM, esto indica, como se ha mencionado, que la posición inferior del foramen mentoniano accesorio con respecto al foramen mentoniano es la más frecuente. También Kalender y cols.⁷⁶ observan una posición del foramen mentoniano más cercana a la cresta alveolar que la del foramen mentoniano accesorio. Respecto al género, observamos que al igual que ocurría con la distancia FM-BIM, también la distancia FMA-BIM es menor en mujeres, probablemente debido a la diferencia en el tamaño mandibular.

Con respecto a la posición anteroposterior de los forámenes mentonianos accesorios, Katakami y cols.⁷¹ en un estudio de 150 pacientes, observaron 17 forámenes mentonianos accesorios mediante CBCTs, localizándose el 59% de ellos en una posición posterior al foramen mentoniano. Otro estudio realizado en 157 pacientes identificó 15 forámenes

mentonianos accesorios, 12 de ellos localizados en una posición posterior al foramen mentoniano²⁹. En el estudio de Oliveira Santos y cols.⁷⁷, el 56% de los forámenes accesorios ocupa una posición posterior al foramen mentoniano. En el presente estudio, el 62,5% de los forámenes accesorios se sitúan en posición posterior. Esto está en consonancia con lo observado, de forma general, en la literatura que describe la localización posterior al foramen mentoniano como la forma de presentación más frecuente^{29, 32, 71, 76, 77}. Así, se ha descrito que entre el 33% y el 80% de los forámenes mentonianos accesorios ocupan una posición distal al foramen mentoniano^{29, 76}. Sin embargo, algunos autores^{69, 76} describen con mayor frecuencia una posición anterior del foramen mentoniano accesorio. En su estudio realizado sobre 315 pacientes, identificaron 22 forámenes mentonianos accesorios, 54,6% de ellos en posición anterior al foramen mentoniano. En el presente estudio solo el 20% de los forámenes accesorios están en posición anterior. En la literatura científica, se ha observado que entre el 6% y el 54,6% de los forámenes accesorios se sitúan en posición mesial al foramen mentoniano^{69, 71, 76}. No obstante, como hemos mencionado, de forma general, la localización más frecuente del foramen mentoniano accesorio es la posteroinferior.

Oliveira Santos y cols.⁷⁷ describen que el foramen mentoniano accesorio se sitúa bien entre el primer y el segundo premolar, bien debajo del segundo premolar o bien entre el segundo premolar y el primer molar (25%, 25% y 31%, respectivamente), ocupando una posición más posterior al foramen mentoniano. Singh y Srivastav³⁴⁵ explican que en el 61,5% de los casos, el foramen accesorio se localiza apical al primer molar y en el 38,5% de los casos entre los ápices del primer y el segundo premolar. Del mismo modo, otros autores^{71, 345} han descrito, como la localización más frecuente, la situada apical al primer molar. Al contrario, Kalender y cols.⁷⁶ observan que el foramen accesorio se localiza apical al primer molar en solo el 3% de los casos, mientras que la mayor frecuencia de los forámenes accesorios se sitúa en posición inferior al segundo premolar, o entre el primer y el segundo premolar. Según Kalender y cols.⁷⁶ la localización del foramen mentoniano accesorio depende de la zona de bifurcación del nervio mentoniano, desde el nervio dentario inferior, y de la longitud de esta bifurcación. De acuerdo con esto, en el presente estudio se observa que el 73% de los forámenes accesorios, cuyas ramas del nervio mentoniano se originan antes de bucle del nervio dentario inferior, se localizan en una posición posterior al foramen

mentoniano, mientras que el 100% de los forámenes que se originan después del bucle, se sitúan mesiales al foramen mentoniano.

El tamaño del foramen mentoniano accesorio es de media entre un 40% y un 50% inferior en relación con el tamaño del foramen mentoniano correspondiente observado en estudios realizados mediante CBCTs^{29, 70, 71, 76, 77}. Oliveira-Santos y cols.⁷⁷ observan que el diámetro de los forámenes mentonianos accesorios es mayor o igual a la mitad del tamaño del foramen mentoniano en el 43% de los casos, con una relación máxima entre ambos tamaños del 0,99, lo que indica que en algunos casos el tamaño del foramen mentoniano accesorio tiene prácticamente el mismo tamaño que el foramen mentoniano. Varios autores han estudiado la existencia de una posible relación entre el tamaño del foramen mentoniano y los forámenes mentonianos accesorios. Katakami y cols.⁷¹ describen que los tamaños de ambos forámenes no presentan una correlación.

Varios autores han estudiado la existencia de una posible variación en el tamaño del foramen mentoniano y la presencia de forámenes mentonianos accesorios^{29, 69, 77, 422}. En el presente trabajo se demuestra que el tamaño del foramen mentoniano se ve afectado por la presencia de los forámenes mentonianos accesorios. En aquellas hemimandíbulas en las que un foramen mentoniano accesorio está presente, el foramen mentoniano es significativamente más pequeño en comparación con aquellas en las que no se localiza ningún foramen mentoniano accesorio. Varios estudios^{29, 69, 77, 422} también observan que el tamaño del foramen mentoniano es menor en las hemimandíbulas que presentan un foramen mentoniano accesorio, pero no encuentran una significación estadística^{29, 69}. En el presente estudio, el área del foramen mentoniano en cuya hemimandíbula existe un foramen mentoniano accesorio, representa el 70% del área del foramen mentoniano que no presenta forámenes accesorios. Estos resultados concuerdan con lo observado por Naitoh y cols.²⁹. Otros autores⁷⁷ sin embargo, describen que este porcentaje es menor.

En el presente estudio hemos considerado como forámenes mentonianos accesorios aquellos forámenes próximos a la zona mentoniana que presentan una continuidad con el conducto dentario inferior. Sin embargo, no podemos confirmar el contenido del foramen accesorio debido a que hemos realizado un análisis radiográfico, y no hemos realizado las disecciones anatómicas. Aunque generalmente el foramen mentoniano accesorio es atravesado por ramificaciones del nervio mentoniano, se ha observado como en ocasiones a través de foramen accesorio entran ramificaciones de la la arteria facial⁸⁰. Por otro lado, hemos

considerado solo aquellos casos que presentan continuidad con el nervio dentario inferior aunque se han descritos casos de ramificaciones del nervio mentoniano que después de su salida a través del foramen mentoniano vuelven a entrar en la mandíbula a través de forámenes bucales (sin continuidad con el nervio dentario inferior)⁸⁰. Entonces existe la posibilidad de que ciertas ramificaciones del nervio mentoniano hayan pasado desapercibidas.

6.4.2 Foramen mentoniano accesorio en ortopantomografías

Estudios previos realizados en ortopantomografías indican que la presencia de forámenes mentonianos accesorios es muy variable, con un rango que oscila entre casi el 1% hasta el 10%^{73, 267, 341, 390} (Tabla 78). En el presente estudio, se identifican forámenes accesorios en el 6,4% de las ortopantomografías. Al-Khateeb y cols.³⁴¹ en una muestra de 860 ortopantomografías detectan la presencia de forámenes mentonianos accesorios en el 10% de los casos. En un estudio comparativo realizado por Naitoh y cols.⁷³ encuentran un porcentaje del 7,7% de forámenes mentonianos accesorios en CBCTs, mientras que en ortopantomografías observan un porcentaje próximo al 4%. Ramadhan y cols.⁴²⁴ identifican la presencia de solo un foramen accesorio en un caso con foramen mentoniano triple, observado en CBCT. Sin embargo, Grover y Lorton²³ no encuentran ningún foramen accesorio en una serie de 5000 panorámicas. Del mismo modo, Imada y cols.⁷⁰ y Katakami y cols.⁷¹ no detectan la presencia de forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías. Katakami y cols.⁷¹ identifican 17 forámenes mentonianos accesorios en un total de 150 CBCTs, y ningún foramen accesorio en ortopantomografías. Argumentan que esto puede deberse al pequeño diámetro del foramen mentoniano accesorio, generalmente inferior a 1,0 mm, con lo cual su identificación mediante técnicas de imagen bidimensionales es muy complicada.

La tasa de visualización de los forámenes mentonianos accesorios en este estudio es similar a lo observado por Naitoh y cols.⁷³. Entre el 45 y el 50% de los forámenes accesorios presentes en CBCTs son identificados en ortopantomografías. En este sentido, Neves y cols.²⁶⁷ muestran resultados diferentes, solo el 15% de los forámenes mentonianos accesorios identificados mediante CBCTs son detectados en ortopantomografías. Es posible que la detección de los forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías presente mayor dificultad que en las reconstrucciones para-panorámicas de CBCTs, debido a que estos pueden verse superpuestos por diferentes patrones de hueso trabecular. Del mismo modo, Naitoh y cols.⁷³ determinan que la detección de forámenes mentonianos accesorios en

ortopantomografías es muy complicada, debido a la proyección de estructuras anatómicas 3D en imágenes bidimensionales, como por ejemplo la superposición de ambos lados de la mandíbula.

Tabla 78. Prevalencia de forámenes mentonianos accesorios en estudios realizados mediante ortopantomografías (OPGs).

	NÚMER DE OPGs N (N hem.)	FRECUENCIA DE FORÁMENES MENTONIANOS ACCESORIOS % (% hem.)	GÉNERO (frec)	EDAD (frec)
Muinel y cols. ³⁸⁷ (2015) (España)	344 (688)	6,3 (3,1hem.)	No dif.	No dif.
Capote y cols. ³³² (2015) (Brasil)	500 (1000)	(3 hem.)	NC.	NC.
Kqiku y cols. ³⁹⁰ (2013) (Kosovo)	500	<1	NC.	NC.
Neves y cols. (2013) (Brasil)	127 (254)	(1,2 hem.)	NC.	NC.
Naitoh y cols. ⁷³ (2011) (Japón)	365	≈3,7	NC.	NC.
Al-Khateeb y cols. ³⁴¹ (2007) (Jordania)	860 (1720)	10	NC.	NC.

Hem.: hemimandíbulas

NC.: No constan datos.

No dif.: Se describe que no existen diferencias significativas. Significancia $p \leq 0,05$.

En relación a la distancia que existe entre el foramen mentoniano y el foramen mentoniano accesorio, en el presente estudio esta distancia no influye en la detección de forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías. Las investigaciones que valoran la visualización del canal óseo accesorio en ortopantomografías tampoco demuestran que influya la longitud del canal óseo en la identificación del mismo, en radiografías panorámicas⁷³. En el presente estudio, la visualización de los forámenes mentonianos accesorios no está relacionada con su tamaño. Por el contrario, Naitoh y cols.⁷³ observan que la visualización de los forámenes mentonianos accesorios en ortopantomografías es menor en aquellos de menor tamaño.

6.5 IMPLICACIONES CLÍNICAS

En el contenido del canal retromolar se han observado fibras musculares estriadas, fibras nerviosas mielinizadas y vasos sanguíneos^{44, 46}. La arteria que procede de la arteria alveolar inferior y el nervio que deriva del nervio dentario inferior, se dirigen hacia la zona del tercer molar, el triángulo retromolar, la mucosa bucal y la zona gingival vestibular de premolares y molares inferiores³⁰⁹. Estos canales accesorios en la zona retromolar son funcionalmente importantes al proveer de suministro vascular y nervioso a estas regiones mandibulares⁴²⁵.

Respecto al nervio mentoniano accesorio se extiende hacia la mucosa y la piel de la comisura labial, así como la mucosa de la zona intermedia labial. Además el nervio mentoniano accesorio comunica con ramas de los nervios facial y bucal⁷⁴.

La presencia de CMs bífidos tiene una relevancia clínica importante. Se han descrito dificultades para realizar una técnica anestésica adecuada, especialmente cuando la bifurcación se produce antes de que el nervio entre en la mandíbula y se presentan dos forámenes mandibulares, o lo que equivale a CMs bífidos tipo 4 de Langlais^{25, 298, 368}, y ante la presencia de CMs bífidos retromolares o CMs del tipo 4 de Nortje^{34, 313, 426}. Rood^{427, 428} describió algunas variaciones anatómicas y fisiológicas como causas de fallos en la obtención de anestesia, entre las que se incluían forámenes accesorios, que pueden proporcionar rutas a través de las cuales los impulsos que transmiten el dolor pueden seguir siendo transmitidos. Identificar estas variaciones anatómicas permite modificar las técnicas de anestesia local⁶⁹. Aquellos pacientes que presentan una inervación accesorio, se espera que ocurra un fallo anestésico entre el 10 y el 20% de los casos, cuando la única técnica anestésica realizada es el bloqueo del nervio dentario inferior⁴²⁶. Auluck y cols.²⁹² sugieren la necesidad de realizar ortopantomografías de forma rutinaria para realizar la elección de la técnica anestésica adecuada, especialmente en estos casos con presencia de CMs bífidos o trífidios.

En las situaciones en la que se presentan bifurcaciones se ha propuesto la modificación de la técnica anestésica convencional, mediante el uso de la Técnica de Gow-Gates, la técnica de Akinosi⁴²⁹ o la anestesia intraligamentosa⁴³⁰. Con la técnica de Gow-Gates se anestesia a un nivel superior todas las ramas sensitivas del nervio dentario inferior, en la fosa infratemporal a nivel del cóndilo mandibular, antes de que el nervio mandibular se divida en las ramas terminales, a diferencia de la técnica convencional que lo hace a nivel de la llingua^{431, 432}. Mediante la técnica de Akinosi⁴²⁹, la anestesia se deposita a un nivel posterior consiguiendo el bloqueo de los nervios dentario inferior, bucal y lingual. Utilizar la técnica convencional repetidas veces ante la presencia de estas bifurcaciones sería inefectiva y provocaría un aumento del dolor postoperatorio e incluso trismus^{431, 432}. En aquellas situaciones en las que se presentan forámenes retromolares, el problema puede ser solventado mediante la infiltración de pequeñas cantidades de anestésico en la zona retromolar. La presencia de forámenes mentonianos accesorios también se considera como una causa de fallos anestésicos⁴²⁶. La presencia de forámenes accesorios no implica necesariamente la presencia de contenido nervioso, sino que pueden presentar únicamente vasos sanguíneos. Por lo tanto,

la presencia de forámenes accesorios no siempre está asociada a dificultades en la obtención de la anestesia.

Al respecto de esta relación entre CMs bífidos y técnicas anestésicas, Galdames y cols.⁴³³ analizan en el año 2008 una técnica de anestesia a través del triángulo retromolar. Los autores explican que, la presencia de pequeños canales que conectan con el conducto dentario inferior en esta zona, permite evitar otras técnicas anestésicas. La tasa de éxito en el bloqueo del nervio dentario inferior conseguida por los autores con ayuda de esta técnica es del 72%. Aunque esta técnica infiltrativa no es más efectiva que otras técnicas tronculares, tales como la técnica de Spix o Gow Gates, los autores recomiendan su uso como primera técnica de elección en pacientes con coagulopatías, debido al bajo riesgo de lesión vascular.

Atendiendo al tipo de CM bífido, se ha dado una especial relevancia a los CMs bífidos retromolares y dentales³³. La identificación de los CMs retromolares es especialmente importante en aquellos casos en los que se considera la zona retromolar como donante de injertos de hueso en bloque. Con respecto a la lesión nerviosa en esta zona, Mish⁴³⁴ publica la ausencia de déficits sensoriales tras injertos de rama en 19 pacientes. Sin embargo, Silva y cols.⁹⁵ describen que en 3 de los 36 casos (8,3%), los pacientes muestran quejas de entumecimiento del labio inferior y en la zona mentoniana, asociados a la obtención de injertos en la zona de la rama mandibular. En el caso de los CMs dentales, su presencia debe tenerse en consideración cuando se realizan exodoncias o tratamientos endodóncicos^{33, 272}.

En aquellas situaciones en las que es necesario realizar procedimientos quirúrgicos en la región del tercer molar, se requiere una especial atención cuando se detectan CMs bífidos hacia la zona molar. Es necesario tener en consideración que el diente puede estar en íntimo contacto o incluso dentro del canal. Algunas complicaciones derivadas de su lesión pueden ser de tipo de neurinomas traumáticos, diferentes grados de parestesia o disestesia y sangrado profuso. En otros procedimientos quirúrgicos tales como osteotomías mandibulares, la complejidad de la cirugía se incrementa ante la presencia de un paquete neurovascular adicional. Del mismo modo, en casos de traumatismos, es necesaria una adecuada manipulación del paquete neurovascular para asegurarse de que está exactamente alineado, de esta forma se evita el atrapamiento o pinzamiento durante la curación de las fracturas mandibulares. Esta alineación se hace mucho más dificultosa ante la presencia de un segundo paquete neurovascular localizado en un plano diferente.

Shen y cols.²⁷⁰ determinan que el 32,4% de los CMs bífidos identificados mediante CBCTs se localizan en zonas potenciales para la colocación de implantes. En su estudio afirman que la corticalización de los CMs bífidos es un factor importante. Aunque los autores consideran que todavía se desconoce el papel de esta corticalización en la cirugía. Es decir, se desconoce la resistencia que puede generar esa corticalización durante el fresado implantológico. Sin embargo afirman que la radiopacidad evidente que produce esa corticalización es de gran ayuda en la identificación de CMs bífidos.

En aquellos pacientes portadores de prótesis mandibulares y que presentan reabsorción ósea en la zona del triángulo retromolar, la prótesis puede provocar dolor debido a la presión que ejerce sobre el paquete neurovascular cuando existe un CM bífido retromolar que emerge a través del foramen retromolar. Por lo tanto, identificar esta variante anatómica permite al clínico modificar el diseño de la prótesis²⁹².

Cuando aparece patología en la zona retromolar hay que tener en cuenta que ante la presencia en esa zona anatómica de CMs bífidos podemos encontrar lesiones de tipo nervioso. Estas lesiones distales al tercer molar deben ser analizadas con cautela. Se han diagnosticado a través del estudio anatomopatológico neurinomas, esto se explica cuando se relaciona con el contenido neurovascular de los canales retromolares.

Los tumores en la cavidad oral pueden presentar una diseminación a través de estructuras vasculares y linfáticas. También se ha descrito la invasión del cáncer oral a través de estructuras nerviosas, con una incidencia de invasión que oscila entre el 5 y el 10%^{435, 436}. Los canales retromolares pueden ser una vía de diseminación de infecciones y tumoral⁴³⁷. Para carcinomas de células escamosas localizados en el triángulo retromolar, se ha descrito una vía de diseminación en dirección posterior hacia el espacio masticatorio con afectación o no del músculo pterigoideo externo y una extensión lateral hacia el foramen mandibular con diseminación perineural a lo largo del nervio dentario inferior^{435, 438, 439}. El contenido neurovascular de los forámenes y canales retromolar han llevado a considerarlos como una posible vía de diseminación del tumores⁴⁴. Sin embargo, en nuestro conocimiento no existen estudios que traten la diseminación tumoral a través del foramen retromolar.

La invasión perineural se define como el tropismo de las células tumorales por los paquetes nerviosos de los tejidos circundantes. La diseminación a través de la vaina neural es otra forma de diseminación tumoral independiente y distinta de la invasión vascular o linfática, que dificulta la capacidad de control local de tumores malignos, ya que las células

malignas pueden desplazarse lejos de la lesión primaria a través de los tractos nerviosos. Algunos autores han identificado que la invasión perineural representa un factor pronóstico en la supervivencia del paciente con carcinomas linguales y suelo de boca en estado avanzado⁴⁴⁰. Otros autores observan que la invasión perineural está correlacionada con estadíos tardíos de la enfermedad⁴⁴¹. Matsushita y cols.⁴⁴² describe que no solo la invasión vascular sino también la neural son factores de riesgo para el desarrollo de metástasis regionales y pobre pronóstico, en carcinomas de células escamosas oral.

Rouas y cols.³⁰⁸ sugieren que puede existir en algunas patologías generales asociación con la presencia de CMs bífidos. Se basan en la descripción de un caso clínico que presenta un CM bífido asociado con el síndrome de Down, el cual fue observado en la ortopantomografía⁴⁴³. Sin embargo, esta hipótesis necesita ser contrastada en más estudios. El desarrollo y el incremento de las técnicas radiológicas 3D podrían ayudar a resolver este tipo de cuestiones.

La emergencia y la localización del foramen mentoniano han sido un tema de especial consideración, debido a las implicaciones clínicas que conlleva. Es muy importante conocer la posición del foramen mentoniano para realizar una adecuada planificación quirúrgica, previa a la cirugía de implantes dentales o para otros procedimientos quirúrgicos que requieren de osteotomías en la región próxima al foramen mentoniano o descargas liberadoras en el tejido blando.

En el presente estudio el foramen mentoniano presenta unas dimensiones similares a otros estudios^{29, 71, 73, 76}. El foramen mentoniano accesorio presenta un área de 1,5 mm² y unos diámetros mayor y menor de 1,8 mm y 1,2 mm, respectivamente. Estas dimensiones son relativamente importantes, y suponen un riesgo de complicaciones vasculares.

La presencia de forámenes mentonianos a nivel de la mitad mesial del primer molar inferiorse observa, en el presente estudio, en un 2,66% de los casos, resultados similares fueron observados por otros autores⁶⁰. La importancia clínica de este hallazgo se explica debido a que el foramen mentoniano puede ser interpretado radiológicamente de forma errónea, en algunos casos como una lesión⁶¹. Del mismo modo, el conocimiento de la existencia de forámenes mentonianos accesorios es de ayuda para evitar similares errores diagnósticos de lesiones radiolúcidas óseas, y de posibles daños vasculares y nerviosos durante la realización de procedimientos quirúrgicos periapicales. Los forámenes mentonianos accesorios deben ser identificados en aquellos casos en los que se plantean

neurectomías periféricas del nervio mentoniano como tratamiento de neuralgias del trigémino. En caso de no realizar la excisión completa del nervio mentoniano emergente a través del foramen mentoniano principal y los accesorios puede llevar a un fracaso del procedimiento, causando la recidiva del problema.

El trauma quirúrgico causado en el nervio mentoniano como resultado de una inadecuada planificación previa, provoca una incidencia de alteraciones sensoriales desde el 8,5% al 24%, durante períodos de hasta 6 a 16 meses posteriores a la cirugía^{50, 444}. Conocer de forma precisa la anatomía del nervio dentario inferior, del nervio mentoniano y del foramen mentoniano es fundamental cuando se realizan procedimientos quirúrgicos, para realizar intervenciones con las mínimas complicaciones. La lesión de los paquetes neurovasculares que atraviesan los forámenes mentonianos accesorios está descrito que pueden causar hemorragias, parestesias, disestesias, neuropraxia, axonotmesis, neurotmesis y/ o una significativa morbilidad para el paciente^{417, 426, 445}.

Se necesitan más investigaciones para determinar la presencia de otros factores que pueden influir en la visibilidad de las estructuras anatómicas mandibulares en ortopantomografías.



7. CONCLUSIONES





7 CONCLUSIONES

1. El conducto dentario inferior presenta un alto índice de variaciones morfológicas durante su trayecto intraóseo, en forma de CMs bífidos y forámenes mentonianos accesorios. Entre los CMs bífidos, los tipos predominantes son los denominados CMs anteriores y CMs retromolares.
2. El CM bífido superior, no descrito anteriormente, es un tipo de CM bífido que emerge en dirección ascendente y no cumple los criterios necesarios para su clasificación dentro de ningún otro tipo.
3. El foramen mentoniano muestra generalmente una forma oval, localizado con mayor frecuencia en una posición apical al segundo premolar, mostrando una emergencia en dirección superior.
4. Las dimensiones del foramen mentoniano varían en función del género, lado mandibular, estado dental, posición anteroposterior, ángulo de emergencia y presencia de forámenes mentonianos accesorios. Siendo menor en el sexo femenino, en las hemimandíbulas derechas, en pacientes desdentados, en localizaciones más anteriores, en forámenes mentonianos con emergencia superior y ante la presencia de forámenes mentonianos accesorios.
5. El ángulo de emergencia del foramen mentoniano y la distancia de éste a la cresta alveolar se relacionan con el género, la edad y el estado dental. La distancia del foramen mentoniano a la cresta alveolar es mayor en los varones, en pacientes de menor edad y en dentados. El ángulo de emergencia es mayor en varones, en pacientes de mayor edad y en desdentados. Sin embargo, la distancia del foramen mentoniano al borde mandibular sólo varía en función del género, siendo mayor en varones.
6. El foramen mentoniano accesorio se presenta generalmente de forma única y unilateral, en sentido anteroposterior en la misma vertical o en posición posterior al foramen mentoniano, y en la tercera parte de los casos se sitúa por encima del foramen mentoniano.

7. La visibilidad de los CMs bífidos en ortopantomografías se relaciona con su diámetro, su altura y con la anchura ósea mandibular, mejorando la visibilidad en los que presentan mayor diámetro, altura y mandíbulas menos anchas.
8. La visibilidad del foramen mentoniano en ortopantomografías está relacionada con la edad, el género y la presencia de forámenes mentonianos accesorios, mejorando esta visibilidad en mujeres, pacientes más jóvenes y cuando no existen forámenes mentonianos accesorios asociados.
9. Las ortopantomografías no son adecuadas para identificar correctamente las variantes anatómicas del conducto dentario inferior. Más de la mitad de los forámenes mentonianos accesorios y de los CMs bífidos no pueden ser visualizados en las ortopantomografías.
10. El diámetro es un factor determinante que influye en la visibilidad de los CMs bífidos y los forámenes retromolares, mejorando cuando se incrementa el diámetro.
11. La edad, el diámetro, la forma y el ángulo de emergencia son factores determinantes que influyen en la visibilidad de los forámenes mentonianos en ortopantomografías, mejorando en pacientes de menor edad, que presentan un agujero mentoniano con forma oval, un mayor ángulo de emergencia y un mayor diámetro menor.
12. Respecto a los forámenes mentonianos accesorios, no se han determinado factores que influyan en su visibilidad.
13. Las imágenes de CBCT permiten detectar y analizar las variantes anatómicas del conducto dentario inferior. Para evitar posibles complicaciones durante cualquier procedimiento quirúrgico mandibular debería de realizarse un estudio previo con CBCT.

8. BIBLIOGRAFÍA





8 BIBLIOGRAFÍA

1. Joo W, Yoshioka F, Funaki T, Mizokami K, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the trigeminal nerve. *Clin Anat* 2014;27:61-88.
2. Rodella LF, Buffoli B, Labanca M, Rezzani R. A review of the mandibular and maxillary nerve supplies and their clinical relevance. *Arch Oral Biol* 2012;57:323-334.
3. Shinohara H, Mataga I, Kageyama I. Discussion of clinical anatomy of the lingual nerves. *Okajimas Fol Anat Jpn* 2010;87:97-102.
4. Joo W, Funaki T, Yoshioka F, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the infratemporal fossa. *Clin Anat* 2013;26:455-469.
5. Janis JE, Hatef DA, Ducic I, et al. Anatomy of the auriculotemporal nerve: variations in its relationship to the superficial temporal artery and implications for the treatment of migraine headaches. *Plast Reconstr Surg* 2010;125:1422-1428.
6. Anil A, Peker T, Turgut HB, Gulekon IN, Liman F. Variations in the anatomy of the inferior alveolar nerve. *Br J Surg* 2003;41:236-239.
7. Piagkou MN, Demesticha T, Piagkos G, Androutsos G, Skandalakis P. Mandibular nerve entrapment in the infratemporal fossa. *Surg Rad Anat* 2011;33:291-299.
8. Sadler TW. *Langman Embriología Médica*. Philadelphia: Panamericana, 2000.
9. Chavez-Lomeli ME, Mansilla Lory J, Pompa JA, Kjaer I. The human mandibular canal arises from three separate canals innervating different tooth groups. *J Dent Res* 1996;75:1540-1544.
10. Rouvière H, Delmas A. *Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional*. Tomo 1 Cabeza y cuello. Barcelona: Masson, 1994.
11. Roda RS, Blanton PL. The anatomy of local anesthesia. *Quintessence Int* 1994;25:27-38.
12. Anderson LC, Kosinski TF, Mentag PJ. A review of the intraosseous course of the nerves of the mandible. *J Oral Implantol* 1991;17:394-403.
13. Gowgiel JM. The position and course of the mandibular canal. *J Oral Implantol* 1992;18:383-385.
14. Tamas F. Position of the mandibular canal. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987;16:65-69.
15. Pyun JH, Lim YJ, Kim MJ, Ahn SJ, Kim J. Position of the mental foramen on panoramic radiographs and its relation to the horizontal course of the mandibular canal: a computed tomographic analysis. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:890-895.
16. Levine MH, Goddard AL, Dodson TB. Inferior alveolar nerve canal position: a clinical and radiographic study. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:470-474.
17. Kim ST, Hu KS, Song WC, Kang MK, Park HD, Kim HJ. Location of the mandibular canal and the topography of its neurovascular structures. *J Craniofac Surg* 2009;20:936-939.
18. Pogrel MA, Dorfman D, Fallah H. The anatomic structure of the inferior alveolar neurovascular bundle in the third molar region. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2452-2454.
19. Kieser J, Kieser D, Hauman T. The course and distribution of the inferior alveolar nerve in the edentulous mandible. *J Craniofac Surg* 2005;16:6-9.
20. Oliver E. The inferior dental canal and its nerve in the adult. *Ann Anat Pathol* 1927;4:975-987.
21. Patterson JE, Funke FW. Bifid inferior alveolar canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973;36:287-288.
22. Kiersch TA, Jordan JE. Duplication of the mandibular canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973;35:133-134.
23. Grover PS, Lorton L. Bifid mandibular nerve as a possible cause of inadequate anesthesia in the mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 1983;41:177-179.
24. Kasabah S, Modell Y. Classification of bifid mandibular canals in the Syrian population using panoramic radiographs. *East Mediterr Health J* 2014;19:S178-183.
25. Langlais RP, Broadus R, Glass BJ. Bifid mandibular canals in panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc* 1985;110:923-926.

26. Nortje CJ FA, Grotepass FW. Variation in the normal anatomy of the inferior dental (mandibular) canal: A retrospective study of panoramic radiographs from 3612 routine dental patients. *Br J Oral Surg* 1978;15:55-63.
27. Sanchis JM, Penarrocha M, Soler F. Bifid mandibular canal. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:422-424.
28. Zografos J, Mutzuri A. [Incidence of double mental foramen in a sample of Greek population]. *Odontostomatol Prods* 1989;43:521-523.
29. Naitoh M, Hiraiwa Y, Aimiya H, Gotoh K, Arijii E. Accessory mental foramen assessment using cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:289-294.
30. Carter RB, Keen EN. The intramandibular course of the inferior alveolar nerve. *J Anat* 1971;108:433-440.
31. Fu E, Peng M, Chiang CY, Tu HP, Lin YS, Shen EC. Bifid mandibular canals and the factors associated with their presence: a medical computed tomography evaluation in a Taiwanese population. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:e64-67.
32. Orhan AI, Orhan K, Aksoy S, et al. Evaluation of perimandibular neurovascularization with accessory mental foramina using cone-beam computed tomography in children. *J Craniofac Surg* 2013;24:e365-369.
33. Naitoh M, Hiraiwa Y, Aimiya H, Arijii E. Observation of bifid mandibular canal using cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:155-159.
34. Nortje CJ, Farman AG, de V Joubert JJ. The radiographic appearance of the inferior dental canal: an additional variation. *Br J Oral Surg* 1977;15:171-172.
35. Berkovitz B. Skull and Mandible. En: Grays anatomy (Anatomical basis of clinical practices). S Standring, H Ellis, JC Healy, D Jhonson, A Williams. New York: Churchill Livingstone, 2005.
36. Ossenberg NS. Retromolar foramen of the human mandible. *Am J Phys Anthropol* 1987;73:119-128.
37. Sawyer DR, Kiely ML. Retromolar foramen: a mandibular variant important to dentistry. *Ann Dent* 1991;50:16-18.
38. Apostolakis D, Brown JE. The anterior loop of the inferior alveolar nerve: prevalence, measurement of its length and a recommendation for interforaminal implant installation based on cone beam CT imaging. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:1022-1030.
39. Kuzmanovic DV, Payne AG, Kieser JA, Dias GJ. Anterior loop of the mental nerve: a morphological and radiographic study. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:464-471.
40. Jakobsen J, Jorgensen JB, Kjaer I. Tooth and bone development in a Danish medieval mandible with unilateral absence of the mandibular canal. *Am J Phys Anthropol* 1991;85:15-23.
41. Sejrsen B, Kjaer I, Jakobsen J. Agenesis of permanent incisors in a mediaeval maxilla and mandible: aetiological aspects. *Eur J Oral Sci* 1995;103:65-69.
42. Mraiwa N, Jacobs R, Moerman P, Lambrichts I, van Steenberghe D, Quirynen M. Presence and course of the incisive canal in the human mandibular interforaminal region: two-dimensional imaging versus anatomical observations. *Surg Radiol Anat* 2003;25:416-423.
43. Won SY, Yang HM, Woo HS, et al. Neuroanastomosis and the innervation territory of the mental nerve. *Clin Anat* 2014;27:598-602.
44. Bilecenoglu B, Tuncer N. Clinical and anatomical study of retromolar foramen and canal. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:1493-1497.
45. Rosano G, Taschieri S, Gaudy JF, Testori T, Del Fabbro M. Anatomic assessment of the anterior mandible and relative hemorrhage risk in implant dentistry: a cadaveric study. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:791-795.
46. Schejtman R, Devoto FC, Arias NH. The origin and distribution of the elements of the human mandibular retromolar canal. *Arch Oral Biol* 1967;12:1261-1268.
47. Tagaya A, Matsuda Y, Nakajima K, Seki K, Okano T. Assessment of the blood supply to the lingual surface of the mandible for reduction of bleeding during implant surgery. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:351-355.
48. von Arx T, Bornstein MM, Werder P, Bosshardt D. [The retromolar canal (foramen retromolare). Overview and case report]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2011;121:821-834.
49. Liang X, Jacobs R, Corpas LS, Semal P, Lambrichts I. Chronologic and geographic variability of neurovascular structures in the human mandible. *Forensic Sci Int* 2009;190:24-32.
50. Greenstein G, Tarnow D. The mental foramen and nerve: clinical and anatomical factors related to dental implant placement: a literature review. *J Periodontol* 2006;77:1933-1943.
51. Juodzbaly G, Wang HL. Identification of the mandibular vital structures: practical clinical applications of anatomy and radiological examination methods. *J Oral Maxillofac Res* 2010;1:e1.

52. Gershenson A, Nathan H, Luchansky E. Mental foramen and mental nerve: changes with age. *Acta Anat (Basel)* 1986;126:21-28.
53. Lim MY, Lim WW, Rajan S, Nambiar P, Ngeow WC. Age-related changes in the location of the mandibular and mental foramen in children with Mongoloid skeletal pattern. *Eur Arch Paediatr Dent* 2015;16:397-407.
54. Kanchan T, Krishan K. Mental Foramen in Prediction of Age. *J Clin Diagn Res* 2015;9:GJ01.
55. Fishel D, Buchner A, Hershkowitz A, Kaffe I. Roentgenologic study of the mental foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976;41:682-686.
56. Agthong S, Huanmanop T, Chentanez V. Anatomical variations of the supraorbital, infraorbital, and mental foramina related to gender and side. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:800-804.
57. Apinhasmit W, Chompoopong S, Methathrathip D, Sansuk R, Phetphunphiphat W. Supraorbital Notch/Foramen, Infraorbital Foramen and Mental Foramen in Thais: anthropometric measurements and surgical relevance. *J Med Assoc Thai* 2006;89:675-682.
58. Wang TM, Shih C, Liu JC, Kuo KJ. A clinical and anatomical study of the location of the mental foramen in adult Chinese mandibles. *Acta Anat (Basel)* 1986;126:29-33.
59. Neiva RF, Gapski R, Wang HL. Morphometric analysis of implant-related anatomy in Caucasian skulls. *J Periodontol* 2004;75:1061-1067.
60. Chrcanovic BR, Abreu MH, Custodio AL. Morphological variation in dentate and edentulous human mandibles. *Surg Radiol Anat* 2011;33:203-213.
61. Apinhasmit W, Methathrathip D, Chompoopong S, Sangvichien S. Mental foramen in Thais: an anatomical variation related to gender and side. *Surg Radiol Anat* 2006;28:529-533.
62. Chu RA, Nahas FX, Di Martino M, et al. The enigma of the mental foramen as it relates to plastic surgery. *J Craniofac Surg* 2014;25:238-242.
63. von Arx T, Friedli M, Sendi P, Lozanoff S, Bornstein MM. Location and dimensions of the mental foramen: a radiographic analysis by using cone-beam computed tomography. *J Endod* 2013;39:1522-1528.
64. Kieser J, Kuzmanovic D, Payne A, Dennison J, Herbison P. Patterns of emergence of the human mental nerve. *Arch Oral Biol* 2002;47:743-747.
65. Warwick R. The relation of the direction of the mental foramen to the growth of the human mandible. *J Anat* 1950;84:116-120.
66. Montagu MF. The direction and position of the mental foramen in the great apes and man. *Am J Phys Anthropol* 1954;12:503-518.
67. de Villiers H. The skull of the South African Negro: a biometrical and morphological study. Johannesburg: Witwatersrand University Press, 1968.
68. Carruth P, He J, Benson BW, Schneiderman ED. Analysis of the size and position of the mental foramen using the CS 9000 Cone-beam Computed Tomographic unit. *J Endod* 2015;41:1032-1036.
69. Göregen M, Miloglu Ö, Ersoy I, Bayrakdar IS, Akgül HM. The assessment of accessory mental foramina using cone-beam computed tomography. *Turk J Med Sci* 2013; 43:479-483.
70. Imada TS, Fernandes LM, Centurion BS, de Oliveira-Santos C, Honorio HM, Rubira-Bullen IR. Accessory mental foramina: prevalence, position and diameter assessed by cone-beam computed tomography and digital panoramic radiographs. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:e94-99.
71. Katakami K, Mishima A, Shiozaki K, Shimoda S, Hamada Y, Kobayashi K. Characteristics of accessory mental foramina observed on limited cone-beam computed tomography images. *J Endod* 2008;34:1441-1445.
72. Leite GM, Lana JP, de Carvalho Machado V, Manzi FR, Souza PE, Horta MC. Anatomic variations and lesions of the mandibular canal detected by cone beam computed tomography. *Surg Radiol Anat* 2014;36:795-804.
73. Naitoh M, Yoshida K, Nakahara K, Gotoh K, Aiji E. Demonstration of the accessory mental foramen using rotational panoramic radiography compared with cone-beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1415-1419.
74. Toh H, Kodama J, Yanagisako M, Ohmori T. Anatomical study of the accessory mental foramen and the distribution of its nerve. *Okajimas Folia Anat Jpn* 1992;69:85-88.
75. Haktanir A, Ilgaz K, Turhan-Haktanir N. Evaluation of mental foramina in adult living crania with MDCT. *Surg Radiol Anat* 2010;32:351-356.
76. Kalender A, Orhan K, Aksoy U. Evaluation of the mental foramen and accessory mental foramen in Turkish patients using cone-beam computed tomography images reconstructed from a volumetric rendering program. *Clin Anat* 2012;25:584-592.

77. Oliveira-Santos C, Souza PH, De Azambuja Berti-Couto S, et al. Characterisation of additional mental foramina through cone beam computed tomography. *J Oral Rehabil* 2011;38:595-600.
78. Hu KS, Yun HS, Hur MS, Kwon HJ, Abe S, Kim HJ. Branching patterns and intraosseous course of the mental nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:2288-2294.
79. Alantar A, Roche Y, Maman L, Carpentier P. The lower labial branches of the mental nerve: anatomic variations and surgical relevance. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;58:415-418.
80. Fuakami K, Shiozaki K, Mishima A, Shimoda S, Hamada Y, Kobayashi K. Detection of buccal perimandibular neurovascularisation associated with accessory foramina using limited cone-beam computed tomography and gross anatomy. *Surg Radiol Anat* 2011;33:141-146.
81. Pogrel MA, Smith R, Ahani R. Innervation of the mandibular incisors by the mental nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55:961-963.
82. Serman NJ. The mandibular incisive foramen. *J Anat* 1989;167:195-198.
83. Serman NJ. Differentiation of double mental foramina from extra bony coursing of the incisive branch of the mandibular nerve--an anatomic study. *Refuat Hashinayim* 1987;5:20-22.
84. Neves FS, Torres MG, Oliveira C, Campos PS, Crusoe-Rebello I. Lingual accessory mental foramen: a report of an extremely rare anatomical variation. *J Oral Sci* 2010;52:501-503.
85. Sawyer DR, Kiely ML, Pyle MA. The frequency of accessory mental foramina in four ethnic groups. *Arch Oral Biol* 1998;43:417-420.
86. Juodzbaly G, Wang HL, Sabalys G. Injury of the Inferior Alveolar Nerve during Implant Placement: a Literature Review. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;2:e1.
87. Gonzalez-Martin M, Torres-Lagares D, Gutierrez-Perez JL, Segura-Egea JJ. Inferior alveolar nerve paresthesia after overfilling of endodontic sealer into the mandibular canal. *J Endod* 2010;36:1419-1421.
88. Scala R, Cucchi A, Cappellina L, Ghensi P. Cleaning and decompression of inferior alveolar canal to treat dysesthesia and paresthesia following endodontic treatment of a third molar. *Indian J Dent Res* 2014;25:413-415.
89. Nayak RN, Hiremath S, Shaikh S, Nayak AR. Dysesthesia with pain due to a broken endodontic instrument lodged in the mandibular canal--a simple deroofing technique for its retrieval: case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:e48-51.
90. Pogrel MA. Damage to the inferior alveolar nerve as the result of root canal therapy. *J Am Dent Assoc* 2007;138:65-69.
91. Escoda-Francoli J, Canalda-Sahli C, Soler A, Figueiredo R, Gay-Escoda C. Inferior alveolar nerve damage because of overextended endodontic material: a problem of sealer cement biocompatibility? *J Endod* 2007;33:1484-1489.
92. Kjolle GK, Bjornland T. Low risk of neurosensory dysfunction after mandibular third molar surgery in patients less than 30 years of age. A prospective study following removal of 1220 mandibular third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116:411-417.
93. Selvi F, Dodson TB, Nattestad A, Robertson K, Tolstunov L. Factors that are associated with injury to the inferior alveolar nerve in high-risk patients after removal of third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013;51:868-873.
94. Bagheri SC, Meyer RA, Cho SH, Thoppay J, Khan HA, Steed MB. Microsurgical repair of the inferior alveolar nerve: success rate and factors that adversely affect outcome. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70:1978-1990.
95. Silva FM, Cortez AL, Moreira RW, Mazzonetto R. Complications of intraoral donor site for bone grafting prior to implant placement. *Implant Dent* 2006;15:420-426.
96. International Association for the Study of Pain Task Force on Taxonomy. Classification of Chronic Pain. IASP Councilin Kyoto: IASP Press, 2007.
97. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain* 1943;66:247-288.
98. Yekta SS, Smeets R, Stein JM, Ellrich J. Assessment of trigeminal nerve functions by quantitative sensory testing in patients and healthy volunteers. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:2437-2451.
99. Rood JP, Shehab BA. The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1990;28:20-25.
100. Suwa F, Takemura A, Ehara Y, Takeda N, Masu M. On the arteria maxillaris which passes medial to the pterygoideus lateralis muscle of the Japanese patterns of origin of the inferior alveolar, the masseteric and the posterior temporal arteries. *Okajimas Folia Anat Jpn* 1990;67:303-308.
101. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent* 2005;94:10-92.
102. Jergenson MA, Norton NS, Opack JM, Barritt LC. Unique origin of the inferior alveolar artery. *Clin Anat* 2005;18:597-601.

103. Khaki AA, Tubbs R, Shoja M, Shokouhi G, Farahani RM. A rare variation of the inferior alveolar artery with potential clinical consequences. *Folia Morphol* 2005;64:345-346.
104. Bertl K, Heimel P, Reich KM, Schwarze UY, Ulm C. A histomorphometric analysis of the nature of the mandibular canal in the anterior molar region. *Clin Oral Investig* 2014;18:41-47.
105. Bertl K, Hirtler L, Dobsak T, et al. Radiological assessment of the inferior alveolar artery course in human corpse mandibles. *Eur Radiol* 2015;25:1148-1153.
106. Wolff J. Concerning the interrelationship between form and function of the individual parts of the organism. By Julius Wolff, 1900. *Clin Orthop Relat Res* 1988;2:11.
107. Bodic F, Hamel L, Lerouxel E, Basle MF, Chappard D. Bone loss and teeth. *Joint Bone Spine* 2005;72:215-221.
108. Atwood D. Some clinical factors related to the rate of resorption of residual ridges. *J Prosthet Dent* 1962;12:441-450.
109. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *In J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
110. Trombelli L, Farina R, Marzola A, Bozzi L, Liljenberg B, Lindhe J. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol* 2008;35:630-639.
111. Araujo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212-218.
112. Araujo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:645-652.
113. Araujo MG, Wennstrom JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:606-614.
114. Araujo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontology* 2000 2015;68:122-134.
115. Sennerby L, Carlsson GE, Bergman B, Warfvinge J. Mandibular bone resorption in patients treated with tissue-integrated prostheses and in complete-denture wearers. *Acta Odontol Scand* 1988;46:135-140.
116. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 1972;27:120-132.
117. Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;27:309-318.
118. Carlsson GE, Persson G. Morphologic changes of the mandible after extraction and wearing of dentures. A longitudinal, clinical, and x-ray cephalometric study covering 5 years. *Odontol Revy* 1967;18:27-54.
119. Cawood JJ, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232-236.
120. Lekholm U, Zarb GA, Albrektsson T. Patient selection and preparation. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence Pub Co, 1985:199-209.
121. Klemetti E, Vainio P, Lassila V, Alhava E. Cortical bone mineral density in the mandible and osteoporosis status in postmenopausal women. *Scand J Dental Res* 1993;101:219-223.
122. Klemetti E, Kolmakow S. Morphology of the mandibular cortex on panoramic radiographs as an indicator of bone quality. *Dentomaxillofac Rad* 1997;26:22-25.
123. Leite AF, Figueiredo PT, Guia CM, Melo NS, de Paula AP. Correlations between seven panoramic radiomorphometric indices and bone mineral density in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:449-456.
124. Koh KJ, Kim KA. Utility of the computed tomography indices on cone beam computed tomography images in the diagnosis of osteoporosis in women. *Imaging Sci Dent* 2011;41:101-106.
125. Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, et al. Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporos Int* 2006;17:387-394.
126. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. Saint Louis: Mosby, 2014.
127. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. *Eur J Radiol* 2008;66:396-418.
128. Mason RA. Sydney Blackman 1898-1971. A pioneer of panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:371-375.
129. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Routine panoramic radiography of new adult patients in general dental practice: relevance of diagnostic yield to treatment and identification of radiographic selection criteria. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93:488-495.

130. Choi JW. Assessment of panoramic radiography as a national oral examination tool: review of the literature. *Imaging Sci Dent* 2011;41:1-6.
131. Goren AD, Lundeen RC, Deahl ST 2nd, et al. Updated quality assurance self-assessment exercise in intraoral and panoramic radiography. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, Radiology Practice Committee. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89:369-374.
132. Martinez Beneyto Y, Alcaraz Banos M, Perez Lajarin L, Rushton VE. Clinical justification of dental radiology in adult patients: a review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2007;12:E244-251.
133. De Senna BR, Dos Santos Silva VK, França JP, Marques LS, Pereira LJ. Imaging diagnosis of the temporomandibular joint: a critical review of indications and nex perspectives. *Oral Radiol* 2009;25:86-98.
134. Rondon RH, Pereira YC, do Nascimento GC. Common positioning errors in panoramic radiography: A review. *Imaging Sci Dent* 2014;44:1-6.
135. Dhillon M, Raju SM, Verma S, et al. Positioning errors and quality assessment in panoramic radiography. *Imaging Sci Dent* 2012;42:207-212.
136. Kaya Y, Sencimen M, Sahin S, Okcu KM, Dogan N, Bahcecitar M. Retrospective radiographic evaluation of the anterior loop of the mental nerve: comparison between panoramic radiography and spiral computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:919-925.
137. Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic and periapical radiographs. II. Experimental evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;68:488-492.
138. Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic radiographs. I. Evaluation of patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;68:360-364.
139. Narhi TO, Leinonen K, Wolf J, Ainamo A. Longitudinal radiological study of the oral health parameters in an elderly Finnish population. *Acta Odontol Scand* 2000;58:119-124.
140. White SC, Heslop EW, Hollender LG, et al. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91:498-511.
141. Whaites E. Fundamentos de radiología dental. Barcelona: Elsevier Masson, 2008.
142. Schutzer ME, Song S, Fatyga M, Asher DA, Sleeman W, Dogan N. Quantitative assessment of volumetric changes using fan beam and cone beam computed tomography during head and neck image guided radiotherapy. *Pract Radiat Oncol* 2013;3:S34.
143. Hounsfield GN. Nobel Award address. Computed medical imaging. *Med Phys* 1980;7:283-290.
144. Kallender W, Seissler W, Vock P. Single breath hold spiral volumetric CT by continuous patient translation and scanner rotation. *Radiology* 1989;173:414.
145. Wood EH. Noninvasive three-dimensional viewing of the motion and anatomical structure of the heart, lungs, and circulatory system by high speed computerized X-ray tomography. *CRC Crit Rev Biochem* 1979;7:161-186.
146. Rougee A, Picard C, Saint-Felix D, Troussset Y, Moll T, Amiel M. Three-dimensional coronary arteriography. *Int J Card Imaging* 1994;10:67-70.
147. Cho PS, Johnson RH, Griffin TW. Cone-beam CT for radiotherapy applications. *Phys Med Biol* 1995;40:1863-1883.
148. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 1998;8:1558-1564.
149. Miles DA. Basic principles of CBCT. In: *Atlas of cone beam imaging for dental applications*: Quintessence Pub Co, 2012:10-11.
150. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:245-248.
151. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.
152. Neugebauer J, Shirani R, Mischkowski RA, et al. Comparison of cone-beam volumetric imaging and combined plain radiographs for localization of the mandibular canal before removal of impacted lower third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:633-643.
153. Kamburoglu K, Yuksel S. A comparative study of the accuracy and reliability of multidetector CT and cone beam CT in the assessment of dental implant site dimensions. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:466-469.
154. Mah J, Hatcher D. Diagnóstico por imagen craneofacial en ortodoncia. En: Grabber TM, Varnasdall RL, Wig KWL. Orthodontics: current principles and techniques. Sant Louis: Elsevier, 2005:71-100.

155. Araki K, Maki K, Seki K, et al. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRay): system configuration and physical properties. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:51-59.
156. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am* 2008;52:707-730, v.
157. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J* 2012;23:179-191.
158. Adibi S, Zhang W, Servos T, O'Neill PN. Cone beam computed tomography in dentistry: what dental educators and learners should know. *J Dent Educ* 2012;76:1437-1442.
159. Yu IH, Wong YK. Evaluation of mandibular anatomy related to sagittal split ramus osteotomy using 3-dimensional computed tomography scan images. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:521-528.
160. Cattaneo PM, Melsen B. The use of cone-beam computed tomography in an orthodontic department in between research and daily clinic. *World J Orthod* 2008;9:269-282.
161. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:228-231.
162. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007;33:1121-1132.
163. Pauwels R, Beinsberger J, Stamatakis H, et al. Comparison of spatial and contrast resolution for cone-beam computed tomography scanners. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;114:127-135.
164. Baba R, Konno Y, Ueda K, Ikeda S. Comparison of flat-panel detector and image-intensifier detector for cone-beam CT. *Comput Med Imaging Graph* 2002;26:153-158.
165. Kalender WA, Kyriakou Y. Flat-detector computed tomography (FD-CT). *Eur Radiol* 2007;17:2767-2779.
166. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:285-290.
167. Bartling SH, Majdani O, Gupta R, et al. Large scan field, high spatial resolution flat-panel detector based volumetric CT of the whole human skull base and for maxillofacial imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:317-327.
168. SEDENTEXCT. Radiation Protection: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Provisional Guidelines 2009.
169. Feldkamp LA, Davis LC, Kress JW. Practical cone-beam algorithm. *J Opt Soc Am* 1984;1:612-619.
170. Yan XH, Leahy RM. Derivation and analysis of a filtered backprojection algorithm for cone beam projection data. *IEEE Trans Med Imaging* 1991;10:462-472.
171. Kudo H, Rodet T, Noo F, Defrise M. Exact and approximate algorithms for helical cone-beam CT. *Phys Med Biol* 2004;49:2913-2931.
172. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26. *Ann ICRP* 1977;1:3.
173. ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP* 2007;37: 1-332.
174. Grunheid T, Kolbeck Schieck JR, Pliska BT, Ahmad M, Larson BE. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:436-443.
175. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol* 2009;71:461-468.
176. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, White SC. Patient risk related to common dental radiographic examinations: the impact of 2007 International Commission on Radiological Protection recommendations regarding dose calculation. *J Am Dent Assoc* 2008;139:1237-1243.
177. Suomalainen A, Kiljunen T, Kaser Y, Peltola J, Kortetniemi M. Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:367-378.
178. Shin HS, Nam KC, Park H, Choi HU, Kim HY, Park CS. Effective doses from panoramic radiography and CBCT (cone beam CT) using dose area product (DAP) in dentistry. *Dentomaxillofac Radiol* 2014;43:20130439.
179. SEDENTEXCT. Radiation Protection. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology. Evidence Based Guidelines, 2011
180. Ludlow JB, Timothy R, Walker C, et al. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140197.

181. Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: Patient exposure. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:145-149.
182. Davis AT, Safi H, Maddison SM. The reduction of dose in paediatric panoramic radiography: the impact of collimator height and programme selection. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140223.
183. Lee GS, Kim JS, Seo YS, Kim JD. Effective dose from direct and indirect digital panoramic units. *Imaging Sci Dent* 2013;43:77-84.
184. Al-Okshi A, Nilsson M, Petersson A, Wiese M, Lindh C. Using GafChromic film to estimate the effective dose from dental cone beam CT and panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42:20120343.
185. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:219-226.
186. Ludlow JB, Walker C. Assessment of phantom dosimetry and image quality of i-CAT FLX cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:802-817.
187. Ludlow JB. A manufacturer's role in reducing the dose of cone beam computed tomography examinations: effect of beam filtration. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:115-122.
188. Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Ekestubbe A, Helmrot E, Grondahl K. Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D Accuitomo and 3D Accuitomo FPD. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:72-79.
189. Schulze D, Heiland M, Thurmman H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:83-86.
190. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:508-513.
191. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:106-114.
192. NCRP. Achievements of the past 50 years and addressing the needs of the future. Fiftieth annual meeting of the National Council on Radiation Protection and Measurements, 2014.
193. Vandenberghe B, Corpas L, Bosmans H, Yang J, Jacobs R. A comprehensive in vitro study of image accuracy and quality for periodontal diagnosis. Part 1: the influence of X-ray generator on periodontal measurements using conventional and digital receptors. *Clin Oral Investig* 2011;15:537-549.
194. Mansonn. Methods for the evaluation of image quality: a review. *Radiat Prot Dosimetry* 2000; 90:89-99.
195. Gupta R, Cheung AC, Bartling SH, et al. Flat-panel volume CT: fundamental principles, technology, and applications. *Radiographics* 2008;28:2009-2022.
196. Workman A, Brettle DS. Physical performance measures of radiographic imaging systems. *Dentomaxillofac Radiol* 1997;26:139-146.
197. Brullmann D, Schulze RK. Spatial resolution in CBCT machines for dental/maxillofacial applications-what do we know today? *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140204.
198. Burghardt AJ, Link TM, Majumdar S. High-resolution computed tomography for clinical imaging of bone microarchitecture. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469:2179-2193.
199. Miracle AC, Mukherji SK. Cone beam CT of the head and neck, part 1: physical principles. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30:1088-1095.
200. Orth RC, Wallace MJ, Kuo MD. Technology Assessment Committee of the Society of Interventional R. C-arm cone-beam CT: general principles and technical considerations for use in interventional radiology. *J Vasc Interv Radiol* 2008;19:814-820.
201. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:798-802.
202. Mischkowski RA, Pulsfort R, Ritter L, et al. Geometric accuracy of a newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:551-559.
203. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:257-265.
204. Molteni R. Prospects and challenges of rendering tissue density in Hounsfield units for cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116:105-119.

205. Watanabe H, Honda E, Tetsumura A, Kurabayashi T. A comparative study for spatial resolution and subjective image characteristics of a multi-slice CT and a cone-beam CT for dental use. *Eur J Radiol* 2011;77:397-402.
206. Ning R, Chen B. Cone beam volume CT mammographic imaging: feasibility study. In: Antonuk LE, Yaffe MJ. Medical imaging 2001: physics of medical imaging proceedings of SPIE. San Diego (CA): CA SPIE, 2001.
207. Robb RA. The Dynamic Spatial Reconstructor: An X-Ray Video-Fluoroscopic CT Scanner for Dynamic Volume Imaging of Moving Organs. *IEEE Trans Med Imaging* 1982;1:22-33.
208. Cheung J, Aubry JF, Yom SS, Gottschalk AR, Celi JC, Pouliot J. Dose recalculation and the Dose-Guided Radiation Therapy (DGRT) process using megavoltage cone-beam CT. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2009;74:583-592.
209. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:126-130.
210. Lofthag-Hansen S, Huuonen S, Grondahl K, Grondahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:114-119.
211. Bornstein MM, Lauber R, Sendi P, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam computed tomography in mandibular molars for analysis of anatomical landmarks before apical surgery. *J Endod* 2011;37:151-157.
212. Low KM, Dula K, Burgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod* 2008;34:557-562.
213. Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod* 2008;34:87-89.
214. Bornstein MM, Wolner-Hanssen AB, Sendi P, von Arx T. Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fractured permanent teeth. *Dent Traumatol* 2009;25:571-577.
215. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod* 2009;35:719-722.
216. Patel S, Kanagasingam S, Pitt Ford T. External cervical resorption: a review. *J Endod* 2009;35:616-625.
217. Shokri A, Khajeh S, Khavid A. Evaluation of the accuracy of linear measurements on lateral cephalograms obtained from cone-beam computed tomography scans with digital lateral cephalometric radiography: an in vitro study. *J Craniofac Surg* 2014;25:1710-1713.
218. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod* 1983;83:382-390.
219. Berco M, Rigali PH, Jr., Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:17 e11-19; discussion 17-18.
220. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:312 e311-310; discussion 312-313.
221. Tai K, Park JH, Mishima K, Hotokezaka H. Using superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography images with surface-based registration in growing patients. *J Clin Pediatr Dent* 2010;34:361-367.
222. Ayoub AF, Rehab M, O'Neil M, et al. A novel approach for planning orthognathic surgery: the integration of dental casts into three-dimensional printed mandibular models. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43:454-459.
223. Ruellas AC, Koerich L, Baratieri C, et al. Reliability of CBCT in the diagnosis of dental asymmetry. *Dental Press J Orthod* 2014;19:90-95.
224. Trpkova B, Prasad NG, Lam EW, Raboud D, Glover KE, Major PW. Assessment of facial asymmetries from posteroanterior cephalograms: validity of reference lines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:512-520.
225. Deguchi T Sr, Katashiba S, Inami T, Foong KW, Huak CY. Morphologic quantification of the maxilla and the mandible with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:218-222.
226. Kau CH, English JD, Muller-Delgado MG, Hamid H, Ellis RK, Winklemann S. Retrospective cone-beam computed tomography evaluation of temporary anchorage devices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:161-167.

227. Pereira-Filho VA, Monnazzi MS, Gabrielli MA, et al. Volumetric upper airway assessment in patients with transverse maxillary deficiency after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43:581-586.
228. Woller JL, Kim KB, Behrents RG, Buschang PH. An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. *Dental Press J Orthod* 2014;19:26-35.
229. Leuzinger M, Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Root-contact evaluation by panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:389-392.
230. Lee KM, Kim YI, Park SB, Son WS. Alveolar bone loss around lower incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. *Angle Orthod* 2012;82:637-644.
231. Nahm KY, Kang JH, Moon SC, et al. Alveolar bone loss around incisors in Class I bidentoalveolar protrusion patients: a retrospective three-dimensional cone beam CT study. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:481-488.
232. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140282.
233. Mattos CT, Cruz CV, da Matta TC, et al. Reliability of upper airway linear, area, and volumetric measurements in cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:188-197.
234. Enciso R, Shigeta Y, Nguyen M, Clark GT. Comparison of cone-beam computed tomography incidental findings between patients with moderate/severe obstructive sleep apnea and mild obstructive sleep apnea/healthy patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;114:373-381.
235. Cossellu G, Biagi R, Sarcina M, Mortellaro C, Farronato G. Three-dimensional evaluation of upper airway in patients with obstructive sleep apnea syndrome during oral appliance therapy. *J Craniofac Surg* 2015;26:745-748.
236. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:768-776.
237. Butterfield KJ, Marks PL, McLean L, Newton J. Linear and volumetric airway changes after maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73:1133-1142.
238. Chen F, Terada K, Hua Y, Saito I. Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:372-377.
239. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116:238-257.
240. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, et al. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:429-438.
241. Hussain AM, Packota G, Major PW, Flores-Mir C. Role of different imaging modalities in assessment of temporomandibular joint erosions and osteophytes: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:63-71.
242. Tsiklakis K, Syriopoulos K, Stamatakis HC. Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:196-201.
243. Suomalainen AK, Salo A, Robinson S, Peltola JS. The 3DX multi image micro-CT device in clinical dental practice. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:80-85.
244. Larheim TA, Abrahamsson AK, Kristensen M, Arvidsson LZ. Temporomandibular joint diagnostics using CBCT. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140235.
245. Patcas R, Tausch D, Pandis N, et al. Illusions of fusions: assessing cervical vertebral fusion on lateral cephalograms, multidetector computed tomographs, and cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:213-220.
246. Bagis N, Kolsuz ME, Kursun S, Orhan K. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of periodontal defects: an in vitro study. *BMC Oral Health* 2015;15:64.
247. de Faria Vasconcelos K, Evangelista KM, Rodrigues CD, Estrela C, de Sousa TO, Silva MA. Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:64-69.

248. Fleiner J, Hannig C, Schulze D, Stricker A, Jacobs R. Digital method for quantification of circumferential periodontal bone level using cone beam CT. *Clin Oral Invest* 2013;17:389-396.
249. Braun X, Ritter L, Jervoe-Storm PM, Frentzen M. Diagnostic accuracy of CBCT for periodontal lesions. *Clin Oral Invest* 2014;18:1229-1236.
250. Grimard BA, Hoidal MJ, Mills MP, Mellonig JT, Nummikoski PV, Mealey BL. Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy. *J Periodontol* 2009;80:48-55.
251. Lofthag-Hansen S, Grondahl K, Ekestubbe A. Cone-beam CT for preoperative implant planning in the posterior mandible: visibility of anatomic landmarks. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11:246-255.
252. Verhamme LM, Meijer GJ, Boumans T, de Haan AF, Berge SJ, Maal TJ. A clinically relevant accuracy study of computer-planned implant placement in the edentulous maxilla using mucosa-supported surgical templates. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:343-352.
253. Tyndall DA, Price JB, Tetradis S, et al. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;113:817-826.
254. da Silva Santos LM, Bastos LC, Oliveira-Santos C, da Silva SJ, Neves FS, Campos PS. Cone-beam computed tomography findings of impacted upper canines. *Imaging Sci Dent* 2014;44:287-292.
255. Lai CS, Bornstein MM, Mock L, Heuberger BM, Dietrich T, Katsaros C. Impacted maxillary canines and root resorptions of neighbouring teeth: a radiographic analysis using cone-beam computed tomography. *Eur J Orthod* 2013;35:529-538.
256. Jung YH, Liang H, Benson BW, Flint DJ, Cho BH. The assessment of impacted maxillary canine position with panoramic radiography and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:356-360.
257. Becker A, Abramovitz I, Chaushu S. Failure of treatment of impacted canines associated with invasive cervical root resorption. *Angle Orthod* 2013;83:870-876.
258. Becker A, Chaushu S, Casap-Caspi N. Cone-beam computed tomography and the orthosurgical management of impacted teeth. *J Am Dent Assoc* 2010;141:14S-18S.
259. Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Wu YT, Ma XC. Three-dimensional evaluations of supernumerary teeth using cone-beam computed tomography for 487 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:403-411.
260. Kuijpers MA, Pazera A, Admiraal RJ, Berge SJ, Vissink A, Pazera P. Incidental findings on cone beam computed tomography scans in cleft lip and palate patients. *Clin Oral Invest* 2014;18:1237-1244.
261. Quereshy FA, Barnum G, Demko C, et al. Use of cone beam computed tomography to volumetrically assess alveolar cleft defects--preliminary results. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70:188-191.
262. Suomalainen A, Aberg T, Rautio J, Hurmerinta K. Cone beam computed tomography in the assessment of alveolar bone grafting in children with unilateral cleft lip and palate. *Eur J Orthod* 2014;36:603-611.
263. Vogiatzi T, Kloukos D, Scarfe WC, Bornstein MM. Incidence of anatomical variations and disease of the maxillary sinuses as identified by cone beam computed tomography: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:1301-1314.
264. Tebo HT, IR. . An analysis of the variations in position of the mental foramen. *Anat Rec* 1950;107:61-66.
265. Kalantar Motamedi MH, Navi F, Sarabi N. Bifid mandibular canals: prevalence and implications. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73:387-390.
266. Kuczynski A, Kucharski W, Franco A, Westphalen FH, de Lima AA, Fernandes A. Prevalence of bifid mandibular canals in panoramic radiographs: a maxillofacial surgical scope. *Surg Radiol Anat* 2014;36:847-850.
267. Neves FS, Nascimento MC, Oliveira ML, Almeida SM, Boscolo FN. Comparative analysis of mandibular anatomical variations between panoramic radiography and cone beam computed tomography. *Oral Maxillofac Surg* 2014;18:419-424.
268. Kuribayashi A, Watanabe H, Imaizumi A, Tantanapornkul W, Katakami K, Kurabayashi T. Bifid mandibular canals: cone beam computed tomography evaluation. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:235-239.
269. Orhan K, Aksoy S, Bilecenoglu B, Sakul BU, Paksoy CS. Evaluation of bifid mandibular canals with cone-beam computed tomography in a Turkish adult population: a retrospective study. *Surg Radiol Anat* 2011;33:501-507.
270. Shen EC, Fu E, Fu MM, Peng M. Configuration and corticalization of the mandibular bifid canal in a Taiwanese adult population: a computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:893-897.

271. Yi G, Qiaohong Z, Xiaoqian H. [Analysis of bifid mandibular canal via cone beam computed tomography]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2015;33:158-160.
272. Rashsuren O, Choi JW, Han WJ, Kim EK. Assessment of bifid and trifid mandibular canals using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2014;44:229-236.
273. Muinelo-Lorenzo J, Suarez-Quintanilla JA, Fernandez-Alonso A, Marsillas-Rascado S, Suarez-Cunqueiro MM. Descriptive study of the bifid mandibular canals and retromolar foramina: cone beam CT vs panoramic radiography. *Dentomaxillof Radiol* 2014;43:20140090.
274. Kang JH, Lee KS, Oh MG, et al. The incidence and configuration of the bifid mandibular canal in Koreans by using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2014;44:53-60.
275. de Oliveira-Santos C, Souza PH, de Azambuja Berti-Couto S, et al. Assessment of variations of the mandibular canal through cone beam computed tomography. *Clin Oral Invest* 2012;16:387-393.
276. Naitoh M, Nakahara K, Hiraiwa Y, Aimiya H, Gotoh K, Arijji E. Observation of buccal foramen in mandibular body using cone-beam computed tomography. *Okajimas Folia Anat Jpn* 2009;86:25-29.
277. Correr GM, Iwanko D, Leonardi DP, Ulbrich LM, Araujo MR, Deliberador TM. Classification of bifid mandibular canals using cone beam computed tomography. *Braz Oral Res* 2013;27:510-516.
278. Naitoh M, Nakahara K, Suenaga Y, Gotoh K, Kondo S, Arijji E. Comparison between cone-beam and multislice computed tomography depicting mandibular neurovascular canal structures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:e25-31.
279. Patil S, Matsuda Y, Nakajima K, Araki K, Okano T. Retromolar canals as observed on cone-beam computed tomography: their incidence, course, and characteristics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;115:692-699.
280. Klinge B, Petersson A, Maly P. Location of the mandibular canal: comparison of macroscopic findings, conventional radiography, and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:327-332.
281. Lindh C, Petersson A, Klinge B. Visualisation of the mandibular canal by different radiographic techniques. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:90-97.
282. Politis C, Ramirez XB, Sun Y, Lambrichts I, Heath N, Agbaje JO. Visibility of mandibular canal on panoramic radiograph after bilateral sagittal split osteotomy (BSSO). *Surg Radiol Anat* 2013;35:233-240.
283. Jacobs R, Mraiwa N, vanSteenberghe D, Gijbels F, Quirynen M. Appearance, location, course, and morphology of the mandibular incisive canal: an assessment on spiral CT scan. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:322-327.
284. Pires CA, Bissada NF, Becker JJ, Kanawati A, Landers MA. Mandibular incisive canal: cone beam computed tomography. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:67-73.
285. Vujanovic-Eskenazi A, Valero-James JM, Sanchez-Garcés MA, Gay-Escoda C. A retrospective radiographic evaluation of the anterior loop of the mental nerve: comparison between panoramic radiography and cone beam computerized tomography. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2015;20:e239-245.
286. Lu CI, Won J, Al-Ardah A, Santana R, Rice D, Lozada J. Assessment of the Anterior Loop of the Mental Nerve Using Cone Beam CT-Scan. *J Oral Implantol* 2014. [Epub ahead of print]
287. Bavitz JB, Harn SD, Hansen CA, Lang M. An anatomical study of mental neurovascular bundle-implant relationships. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:563-567.
288. Dreiseidler T, Mischkowski RA, Neugebauer J, Ritter L, Zoller JE. Comparison of cone-beam imaging with orthopantomography and computerized tomography for assessment in presurgical implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:216-225.
289. Denio D, Torabinejad M, Bakland LK. Anatomical relationship of the mandibular canal to its surrounding structures in mature mandibles. *J Endod* 1992;18:161-165.
290. Durst JH, Snow JE. Multiple mandibular canals: oddities or fairly common anomalies? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;49:272-273.
291. Bogdan S, Pataky L, Barabas J, Nemeth Z, Huszar T, Szabo G. Atypical courses of the mandibular canal: comparative examination of dry mandibles and x-rays. *J Craniofac Surg* 2006;17:487-491.
292. Auluck A, Pai KM, Mupparapu M. Multiple mandibular nerve canals: radiographic observations and clinical relevance. Report of 6 cases. *Quintessence Int* 2007;38:781-787.
293. Naitoh M, Hiraiwa Y, Aimiya H, et al. Bifid mandibular canal in Japanese. *Implant Dent* 2007;16:24-32.
294. Lee JS, Yoon SJ, Kang BC. Mandibular canal branches supplying the mandibular third molar observed on cone beam computed tomographic images: Reports of four cases. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2009;39: 209-212.

295. Fukami K, Shiozaki K, Mishima A, Kuribayashi A, Hamada Y, Kobayashi K. Bifid mandibular canal: confirmation of limited cone beam CT findings by gross anatomical and histological investigations. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:460-465.
296. Mizbah K, Gerlach N, Maal TJ, Berge SJ, Meijer GJ. [Bifid and trifid mandibular canal. A coincidental finding]. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2010;117:616-618.
297. Kim MS, Yoon SJ, Park HW, et al. A false presence of bifid mandibular canals in panoramic radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:434-438.
298. Mizbah K, Gerlach N, Maal TJ, Berge SJ, Meijer GJ. The clinical relevance of bifid and trifid mandibular canals. *Oral Maxillofac Surg* 2012;16:147-151.
299. Auluck A, Pai KM. Trifid mandibular nerve canal. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:259.
300. Gahleitner A, Hofschneider U, Tepper G, et al. Lingual vascular canals of the mandible: evaluation with dental CT. *Radiology* 2001;220:186-189.
301. Wadu SG, Penhall B, Townsend GC. Morphological variability of the human inferior alveolar nerve. *Clin Anat* 1997;10:82-87.
302. Kovisto T, Ahmad M, Bowles WR. Proximity of the mandibular canal to the tooth apex. *J Endod* 2011;37:311-315.
303. Oliveira-Santos C, Capelozza AL, Dezzoti MS, Fischer CM, Poleti ML, Rubira-Bullen IR. Visibility of the mandibular canal on CBCT cross-sectional images. *J Appl Oral Sci* 2011;19:240-243.
304. Naitoh M, Katsumata A, Kubota Y, Hayashi M, Aiji E. Relationship between cancellous bone density and mandibular canal depiction. *Implant Dent* 2009;18:112-118.
305. Kawai T, Asaumi R, Sato I, Kumazawa Y, Yosue T. Observation of the retromolar foramen and canal of the mandible: a CBCT and macroscopic study. *Oral Radiol* 2012; 28:10-14.
306. von Arx T, Hänni H, Sendi P, Buser D, Bornstein MM. Radiographic study of the mandibular retromolar canal: an anatomic structure with clinical importance. *J Endod* 2011;37:1630-1635.
307. Sisman Y, Ercan-Sekerci A, Payveren-Arikan M, Sahman H. Diagnostic accuracy of cone-beam CT compared with panoramic images in predicting retromolar canal during extraction of impacted mandibular third molars. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2015;20:e74-81.
308. Rouas P, Nancy J, Bar D. Identification of double mandibular canals: literature review and three case reports with CT scans and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:34-38.
309. Kodera H, Hashimoto I. [A case of mandibular retromolar canal: elements of nerves and arteries in this canal]. *Kaibogaku Zasshi* 1995;70:23-30.
310. Ikeda K, Ho KC, Nowicki BH, Houghton VM. Multiplanar MR and anatomic study of the mandibular canal. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996;17:579-584.
311. Jablonski NG, Cheng CM, Cheng LC, Cheung HM. Unusual origins of the buccal and mylohyoid nerves. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;60:487-488.
312. Singh S. Aberrant buccal nerve encountered at third molar surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;52:142.
313. Narayana K, Nayak UA, Ahmed WN, Bhat JG, Devaiah BA. The retromolar foramen and canal in South Indian dry mandibles. *Eur J Anat* 2002;6:141-146.
314. Sagne S, Olsson G, Hollender L. Retromolar foramina and canals in the human mandible. Studies in a medievall skull material. *Dentomaxillofac Radiol* 1977;6:41-45.
315. Lizio G, Pelliccioni GA, Ghigi G, Fanelli A, Marchetti C. Radiographic assessment of the mandibular retromolar canal using cone-beam computed tomography. *Acta Odontol Scand* 2013;71:650-655.
316. Alves N, Deana NF. Anatomical and radiographical study of the retromolar canal and retromolar foramen in macerated mandibles. *Int J Clin Exp Med* 2015;8:4292-4296.
317. Potu BK, Kumar V, Salem AH, Abu-Hijleh M. Occurrence of the retromolar foramen in dry mandibles of South-eastern part of India: a morphological study with review of the literature. *Anat Res Int* 2014;296717.
318. Akhtar J, Parvenn S, Madhukar PK, et al. A morphological study of retromolar foramen and canal in indian dried mandibles. *J Evolution Med Dent Sci* 2014;3:13142-13151.
319. Athavale SA, Vijaywargia M, Deopujari R, Kotgirwar S. Bony and cadaveric study of retromolar region. *People's Journal of Scientific Research* 2013;6:14-18.
320. Gupta S, Soni A, Singh P. Morphological study of accessory foramina in mandible and its clinical implication. *Indian J Oral Sci* 2013;4:12-16.
321. Park MK, Ryu SJ, Kim SH, Kwak HH. Morphometric Study of the Retromolar triangle and foramen in Korean Mandibles. *Korean J Phys Antropol* 2014;27:65-70.
322. Rossi AC, Freire AR, Prado GB, Prado FB, Botacin PR, Caria PHF. Incidence of retromolar foramen in human mandibles: Ethnic and clinical aspects. *Int J Morphol* 2012:1074-1078.

323. Senthil KS, Kesavi D. A study on the incidence of retromolar foramen and canal in Indian dried human mandibles and its clinical significance. *Int J Anatom Sci* 2010;1:14-16.
324. Suazo I, Zavando D, Cantín M. Retromolar canal and foramen prevalence in dried mandibles and clinical implications. *Int J Odontostomat* 2008;2:183-187.
325. Hu KS, Koh KS, Han SH, Shin KJ, Kim HJ. Sex determination using nonmetric characteristics of the mandible in Koreans. *J Forensic Sci* 2006;51:1376-1382.
326. Priya R, Manjunath KY, Balasubramanyam. Retromolar foramen. *Indian J Dent Res* 2005;16:15-16.
327. Pyle MA, Jasinevicius TR, Lalumandier JA, Kohrs KJ, Sawyer DR. Prevalence and implications of accessory retromolar foramina in clinical dentistry. *Gen Dent* 1999;47:500-505.
328. Löfgren A. Foramina retromolaria mandibulae. A study on human skulls of nutrient foramina situated in the mandibular retromolar fossa. *Odont Tidskr* 1957;65:552-570.
329. Filo K, Schneider T, Kruse AL, Locher M, Gratz KW, Lubbers HT. Frequency and anatomy of the retromolar canal - implications for the dental practice. *Swiss Dent J* 2015;125:278-292.
330. Han SS, Hwang YS. Cone beam CT findings of retromolar canals in a Korean population. *Surg Radiol Anat* 2014;36:871-876.
331. Han SS, Park CS. Cone beam CT findings of retromolar canals: Report of cases and literature review. *Imaging Sci Dent* 2013;43:309-312.
332. Capote TS, Goncalves Mde A, Campos JA. Retromolar Canal Associated with Age, Side, Sex, Bifid Mandibular Canal, and Accessory Mental Foramen in Panoramic Radiographs of Brazilians. *Anat Res Int* 2015;2015:434083.
333. Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: 1. Size, orientation, and positional relationship to the mandibular second premolar. *J Endod* 1990;16:221-223.
334. Moiseiwitsch JR. Avoiding the mental foramen during periapical surgery. *J Endod* 1995;21:340-342.
335. Jacobs R, Mraiwa N, Van Steenberghe D, Sanderink G, Quirynen M. Appearance of the mandibular incisive canal on panoramic radiographs. *Surg Radiol Anat* 2004;26:329-333.
336. Aminoshariae A, Su A, Kulild JC. Determination of the location of the mental foramen: a critical review. *J Endod* 2014;40:471-475.
337. Parnia F, Moslehifard E, Hafezeqoran A, Mahboub F, Mojaver-Kahnamoui H. Characteristics of anatomical landmarks in the mandibular interforaminal region: a cone-beam computed tomography study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17:e420-425.
338. Khojastepour L, Mirbeigi S, Mirhadi S, Safaee A. Location of Mental Foramen in a Selected Iranian Population: A CBCT Assessment. *Iran Endod J* 2015;10:117-121.
339. Udhaya K, Saraladevi KV, Sridhar J. The morphometric analysis of the mental foramen in adult dry human mandibles: a study on the South Indian population. *J Clin Diagn Res* 2013;7:1547-1551.
340. Chung MS, Kim HJ, Kang HS, Chung IH. Locational relationship of the supraorbital notch or foramen and infraorbital and mental foramina in Koreans. *Acta Anat (Basel)* 1995;154:162-166.
341. Al-Khateeb T, Al-Hadi Hamasha A, Ababneh KT. Position of the mental foramen in a northern regional Jordanian population. *Surg Radiol Anat* 2007;29:231-237.
342. Fabian FM. Position, shape and direction of opening of the mental foramen in dry mandibles of Tanzanian adult black males. *Ital J Anat Embryol* 2007;112:169-177.
343. Igbighi PS, Lebona S. The position and dimensions of the mental foramen in adult Malawian mandibles. *West Afr J Med* 2005;24:184-189.
344. Voljevica A, Talovic E, Hasanovic A. Morphological and morphometric analysis of the shape, position, number and size of mental foramen on human mandibles. *Acta Med Acad* 2015;44:31-38.
345. Singh R, Srivastar A. Study of position, shape, size and incidence of mental foramen and accessory mental foramen in Indian adult human skulls. *Int J Morphol* 2010;28:1141-1146.
346. Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: 3. Size and position on panoramic radiographs. *J Endod* 1992;18:383-386.
347. Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: 2. Radiographic position in relation to the mandibular second premolar. *J Endod* 1992;18:271-274.
348. Fujita A, Suzuki T. Computed tomographic analysis of the mental foramen and nerve in Japanese patients. *Implant Dent* 2014;23:471-476.
349. Vayvada H, Demirdover C, Yilmaz M, Barutcu A. An anatomic variation of the mental nerve and foramina: a case report. *Clin Anat* 2006;19:700-701.
350. Oliveira Junior EA, Araújo ALD, Da Silva CMF, Sousa-Rodríguez CF, Lima FJC. Morphological and morphometric study of the mental foramen on the M-CP-18 Jiachenjiang point. *Int J Morphol* 2009;27:231-238.

351. Woelfel JB, Scheid, RC. Structures that form the foundation for tooth function. Dental anatomy: its relevance to dentistry. New York: Lippincott, Williams and Wilkins, 2002.
352. Chandra A, Singh A, Badni M, Jaiswal R, Agnihotri A. Determination of sex by radiographic analysis of mental foramen in North Indian population. *J Forensic Dent Sci* 2013;5:52-55.
353. Bhardwaj D, Kumar JS, Mohan V. Radiographic evaluation of mandible to predict the gender and age. *J Clin Diagn Res* 2014;8:66-69.
354. Angel JS, Mincer HH, Chaudhry J, Scarbecz M. Cone-beam computed tomography for analyzing variations in inferior alveolar canal location in adults in relation to age and sex. *J Forensic Dent Sci* 2011;56:216-219.
355. Prado FB, Groppo FC, Volpato MC, Caria PH. Morphological changes in the position of the mandibular foramen in dentate and edentate Brazilian subjects. *Clin Anat* 2010;23:394-398.
356. Kjaer I. Formation and early prenatal location of the human mental foramen. *Scand J Dent Res* 1989; 97:1-7.
357. Ngeow WC, Yuzawati Y. The location of the mental foramen in a selected Malay population. *J Oral Sci* 2003;45:171-175.
358. al Jasser NM, Nwoku AL. Radiographic study of the mental foramen in a selected Saudi population. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:341-343.
359. Kay L. Some anthropologic investigations of interest to oral surgeons. *Int J Oral Surg* 1974;3:363-379.
360. Xu Y, Suo N, Tian X, et al. Anatomic study on mental canal and incisive nerve canal in interforaminal region in Chinese population. *Surg Radiol Anat* 2014;37:585-9.
361. Gupta T. Localization of important facial foramina encountered in maxillo-facial surgery. *Surg Radiol Anat* 2008;21:633-640.
362. Santini A, Land M. A comparison of the position of the mental foramen in Chinese and British mandibles. *Acta Anat (Basel)* 1990;137:208-212.
363. Shankland WE, 2nd. The position of the mental foramen in Asian Indians. *J Oral Implantol* 1994;20:118-123.
364. Cutright B, Quillopa N, Schubert W. An anthropometric analysis of the key foramina for maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:354-357.
365. Habib-ur-Rehman, Haider SM. Panoramic radiographic study of mental foramen in a selected Pakistani population. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;31:1033.
366. Mwaniki DL, Hassanali J. The position of mandibular and mental foramina in Kenyan African mandibles. *East Afr Med J* 1992;69:210-213.
367. Moiseiwitsch JR. Position of the mental foramen in a North American, white population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:457-460.
368. Hilton S. Dental anthropology. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
369. Green RM, Darvell BW. Tooth wear and the position of the mental foramen. *Am J Phys Anthropol* 1988;77:69-75.
370. Trinkaus E. Variability in the position of the mandibular mental foramen and the identification of Neandertal apomorphies. *Riv Antropol* 1993;71:259-274.
371. Santini A, Alayan I. A comparative anthropometric study of the position of the mental foramen in three populations. *Br Dent J* 2012;212:E7.
372. Green RM. The position of the mental foramen: a comparison between the southern (Hong Kong) Chinese and other ethnic and racial groups. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;63:287-290.
373. Eboh DE, Oliseh EI. Analysis of mental foramen in dry human mandibles of adult Nigerians. *Afr J Med Med Sci* 2014;43:107-113.
374. Yesilyurt H, Aydinlioglu A, Kavakli A, et al. Local differences in the position of the mental foramen. *Folia Morphol (Warsz)* 2008;67:32-35.
375. Oguz O, Bozkir MG. Evaluation of location of mandibular and mental foramina in dry, young, adult human male, dentulous mandibles. *West Indian Med J* 2002;51:14-16.
376. Guo JL, Su L, Zhao JL, et al. Location of mental foramen based on soft- and hard-tissue landmarks in a chinese population. *J Craniofac Surg* 2009;20:2235-2237.
377. Mbajjorgu EF, Mawera G, Asala SA, Zivanovic S. Position of the mental foramen in adult black Zimbabwean mandibles: a clinical anatomical study. *Cent Afr J Med* 1998;44:24-30.
378. Boonpiruk N. Location of mental foramen in Thai skulls. *J Dent Assoc Thai* 1975;25:295-302.
379. Fuentes R, Cantin M, Navarro P, Borie E, Beltran V, Bucchi C. Characterization of Anatomical Structures Using Panoramic Radiographs: The Mental Foramen. *Int J Morphol* 2014;32:1423-1429.
380. Smajilagic A, Dilberovic F. Clinical and anatomy study of the human mental foramen. *Bosn J Basic Med Sci* 2004;4:15-23.

381. Afkhami F, Haraji A, Boostani HR. Radiographic localization of the mental foramen and mandibular canal. *J Dent (Tehran)* 2013;10:436-442.
382. Kim IS, Kim SG, Kim YK, Kim JD. Position of the mental foramen in a Korean population: a clinical and radiographic study. *Implant Dent* 2006;15:404-411.
383. Al Talabani N, Gataa I, Khalid J. Precise computer-based localization of the mental foramen on panoramic radiographs in a kurdish population. *Oral Radiol* 2008;24:59-63.
384. Neo J. Position of the mental foramen in Singaporean Malays and Indians. *Anesth Prog* 1989;36:276-278.
385. Chkoura A, El Wady W. Position of the mental foramen in a Moroccan population: A radiographic study. *Imaging Sci Dent* 2013;43:71-75.
386. Parnami P, Gupta D, Arora V, Bhalla S, Kumar A, Malik R. Assessment of the Horizontal and Vertical Position of Mental Foramen in Indian Population in Terms of Age and Sex in Dentate Subjects by Pano-ramic Radiographs: A Retrospective Study with Review of Literature. *Open Dent J* 2015;9:297-302.
387. Muinelo-Lorenzo J, Suárez-Quintanilla J, Fernández-Alonso A, Varela-Mallou J, Suárez-Cunqueiro M. Anatomical characteristics and visibility of mental foramen and accessory mental foramen: Panoramic radiography vs. cone beam CT. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2015;20:e707-714.
388. Koppe T. Summary of: A comparative anthropometric study of the position of the mental foramen in three populations. *Br Dent J* 2012;212:188-189.
389. Gada SK, Nagda SJ. Assessment of position and bilateral symmetry of occurrence of mental foramen in dentate asian population. *J Clin Diagn Res* 2014;8:203-205.
390. Kqiku L, Weiglein A, Kamberi B, Hoxha V, Meqa K, Stadtler P. Position of the mental foramen in Kosovar population. *Coll Antropol* 2013;37:545-549.
391. Olasoji HO, Tahir A, Ekanem AU, Abubakar AA. Radiographic and anatomic locations of mental foramen in northern Nigerian adults. *Niger Postgrad Med J* 2004;11:230-233.
392. Gungor K, Ozturk M, Semiz M, Brooks SL. A radiographic study of location of mental foramen in a selected Turkish population on panoramic radiograph. *Coll Antropol* 2006;30:801-805.
393. Aktekin M, Celik HM, Celik HH, Aldur MM, Aksit MD. Studies on the location of the mental foramen in Turkish mandibles. *Morphologie* 2003;87:17-19.
394. Haghaniifar S, Rokouei M. Radiographic evaluation of the mental foramen in a selected Iranian population. *Indian J Dent Res* 2009;20:150-152.
395. Al-Shayyab M, Alsoleihat F, Dar-Odeh N, Ryalat S, Baqain Z. The Mental Foramen I: Radiographic Study of the Anterior-Posterior Position and Shape in Iraqi Population. *Int J Morphol* 2015;33:149-157.
396. Pria CM, Masood F, Beckerley JM, Carson RE. Study of the inferior alveolar canal and mental foramen on digital panoramic images. *J Contemp Dent Pract* 2011;12:265-271.
397. Chen Z, Chen D, Tang L, Wang F. Relationship between the position of the mental foramen and the anterior loop of the inferior alveolar nerve as determined by cone beam computed tomography combined with mimics. *J Comput Assist Tomogr* 2015;39:86-93.
398. de Freitas V, Madeira MC, Toledo Filho JL, Chagas CF. Absence of the mental foramen in dry human mandibles. *Acta Anat (Basel)* 1979;104:353-355.
399. da Silva Ramos Fernandes LM, Capelozza AL, Rubira-Bullen IR. Absence and hypoplasia of the mental foramen detected in CBCT images: a case report. *Surg Radiol Anat* 2011;33:731-734.
400. Lauhr G, Coutant JC, Normand E, Laurenjoye M, Ella B. Bilateral absence of mental foramen in a living human subject. *Surg Radiol Anat* 2015;37:403-405.
401. Manikandhan R, Mathew PC, Naveenkumar J, Anantanarayanan P. A rare variation in the course of the inferior alveolar nerve. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010;39:185-187.
402. Hasan T. Bilateral caroticoclinoid and absent mental foramen: rare variations of cranial base and lower jaw. *Ital J Anat Embryol* 2013;118:288-297.
403. Currie CC, Meechan JG, Whitworth JM, Carr A, Corbett IP. Determination of the mental foramen position in dental radiographs in 18-30 year olds. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;20150195.
404. Laster WS, Ludlow JB, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy and prediction of asymmetry in panoramic radiographic images. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:343-349.
405. Captier G, Lethuillier J, Oussaid M, Canovas F, Bonnel F. Neural symmetry and functional asymmetry of the mandible. *Surg Radiol Anat* 2006;28:379-386.
406. Cantekin K, Sekerci AE, Miloglu O, Buyuk SK. Identification of the mandibular landmarks in a pediatric population. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014;19:e136-141.
407. Madrigal C, Ortega R, Meniz C, Lopez-Quiles J. Study of available bone for interforaminal implant treatment using cone-beam computed tomography. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13:E307-312.

408. Jalili MR, Esmaeelinejad M, Bayat M, Aghdasi MM. Appearance of anatomical structures of mandible on panoramic radiographs in Iranian population. *Acta Odontol Scand* 2012;70:384-389.
409. Packota GV, Hoover JN, Neufeld BD. A study of the height of intact alveolar bone on panoramic radiographs of adult patients. *J Prosthet Dent* 1988;60:504-509.
410. Cantekin K, Sekerci A. Evaluation of the accessory mental foramen in a pediatric population using cone-beam computed tomography. *J Clin Pediatr Dent* 2014;39:85-89.
411. Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71:349-356.
412. Ngeow WC, Dionysius DD, Ishak H, Nambiar P. Effect of ageing towards location and visibility of mental foramen on panoramic radiographs. *Singapore Dent J* 2010;31:15-19.
413. Kingsmill VJ, Boyde A. Variation in the apparent density of human mandibular bone with age and dental status. *J Anat* 1998;192:233-244.
414. von Wowern N, Stoltze K. Pattern of age related bone loss in mandibles. *Scand J Dent Res* 1980;88:134-146.
415. Dharmar S. Locating the mandibular canal in panoramic radiographs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:113-117.
416. Cagirankaya LB, Kansu H. An accessory mental foramen: a case report. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:98-104.
417. Pancer B, Garaicoa-Pazmino C, Bashutski JD. Accessory mandibular foramen during dental implant placement: case report and review of literature. *Implant Dent* 2014;23:116-124.
418. Paraskevas G, Mavrodi A, Natsis K. Accessory mental foramen: an anatomical study on dry mandibles and review of the literature. *Oral Maxillofac Surg* 2015;19:177-81.
419. Sisman Y, Sahman H, Sekerci A, Tokmak TT, Aksu Y, Mavili E. Detection and characterization of the mandibular accessory buccal foramen using CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:558-563.
420. Hanihara T, Ishida H. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. IV. Vessel and nerve related variations. *J Anat* 2001;199:273-287.
421. Riesenfeld A. Multiple infraorbital, ethmoidal, and mental foramina in the races of man. *Am J Phys Anthropol* 1956;14:85-100.
422. Iwanaga J, Watanabe K, Saga T, et al. Accessory mental foramina and nerves: Application to periodontal, periapical, and implant surgery. *Clin Anat* 2015; doi: 10.1002/ca.22635. [Epub ahead of print].
423. Santos O Jr, Pinheiro LR, Umetsubo OS, Sales MA, Cavalcanti MG. Assessment of open source software for CBCT in detecting additional mental foramina. *Braz Oral Res* 2013;27:128-135.
424. Ramadhan A, Messo E, Hirsch JM. Anatomical variation of mental foramen. A case report. *Stomatologija* 2010;12:93-96.
425. Haveman CW, Tebo HG. Posterior accessory foramina of the human mandible. *J Prosthet Dent*. 1976;35.
426. Boronat Lopez A, Penarrocha Diago M. Failure of locoregional anesthesia in dental practice. Review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11:E510-513.
427. Rood JP. The analgesia and innervation of mandibular teeth. *Br Dent J* 1976;140:237-239.
428. Rood JP. Some anatomical and physiological causes of failure to achieve mandibular analgesia. *Br J Oral Surg* 1977;15:75-82.
429. Akinosi JO. A new approach to the mandibular nerve block. *Br J Oral Surg* 1977;15:83-87.
430. Walton RE, Abbott BJ. Periodontal ligament injection: a clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 1981;103:571-575.
431. Malamed S. Handbook of local anesthesia. St. Louis: Elsevier Mosby, 2013.
432. Lew K, Townsen G. Failure to obtain adequate anaesthesia associated with a bifid mandibular canal: a case report. *Aust Dent J* 2006;51:86-90.
433. Suazo Galdames IC, Cantin Lopez MG, Zavando Matamala DA. Inferior alveolar nerve block anesthesia via the retromolar triangle, an alternative for patients with blood dyscrasias. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13:E43-47.
434. Misch CM. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:767-776.
435. McGregor AD, MacDonald DG. Routes of entry of squamous cell carcinoma to the mandible. *Head Neck Surg* 1988;10:294-301.
436. Ong CK, Chong VF. Imaging of perineural spread in head and neck tumours. *Cancer Imaging* 2010;10:S92-98.

437. Fanibunda K, Matthews JN. The relationship between accessory foramina and tumour spread on the medial mandibular surface. *J Anat* 2000;196:23-29.
438. Arya S, Rane P, Sable N, Juvekar S, Bal M, Chaukar D. Retromolar trigone squamous cell cancers: a reappraisal of 16 section MDCT for assessing mandibular invasion. *Clin Radiol* 2013;68:e680-688.
439. Mazziotti S, Pandolfo I, D'Angelo T, et al. Diagnostic approach to retromolar trigone cancer by multiplanar computed tomography reconstructions. *Can Assoc Radiol J* 2014;65:335-344.
440. Jardim JF, Francisco AL, Gondak R, Damascena A, Kowalski LP. Prognostic impact of perineural invasion and lymphovascular invasion in advanced stage oral squamous cell carcinoma. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015;44:23-28.
441. Fagan JJ, Collins B, Barnes L, D'Amico F, Myers EN, Johnson JT. Perineural invasion in squamous cell carcinoma of the head and neck. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;124:637-640.
442. Matsushita Y, Yanamoto S, Takahashi H, et al. A clinicopathological study of perineural invasion and vascular invasion in oral tongue squamous cell carcinoma. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015;44:543-548.
443. Mader CL, Konzelman JL. Branching mandibular canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;51:332.
444. Wismeijer D, Van Waas MA, Vermeeren JI, Mulder J, Kalk W. Patient satisfaction with implant-supported mandibular overdentures. A comparison of three treatment strategies with ITI-dental implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:263-267.
445. Dario LJ. Implant placement above a bifurcated mandibular canal: a case report. *Implant Dent* 2002; 11:258-261.



9. ANEXOS





9 ANEXOS

9.1 ARTÍCULOS ORIGINALES PUBLICADOS

Esta tesis está basada en los artículos originales que se indican a continuación:

1. Muínelo-Lorenzo J, Suárez-Quintanilla JA, Fernández-Alonso A, Marsillas-Rascado S, Suárez-Cunqueiro MM. Descriptive study of the Posterior Mandibular Canals and Retromolar Foramina: Cone Beam Computed Tomography vs. Panoramicradiography”. *Dentomaxillofac Radiol* 2014; 43: 20140090, doi: 10.1259/dmfr.20140090 (Anexo 1).
2. Muínelo-Lorenzo J, Suárez-Quintanilla JA, Fernández-Alonso A, Varela-Mallou J, Suárez-Cunqueiro MM. Anatomical characteristics and visibility of mental foramen and accessory mental foramen: Panoramic Radiography vs. Cone Beam CT”. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2015; 20:e707-14 (Anexo 2).

9.2 DISEÑO INDUSTRIAL

Diseños de “Plantillas anatómicas mandibulares humanas”. Muínelo Lorenzo J, Suárez Quintanilla J, Rapado González O, Suárez Cunqueiro MM. Fecha de concesión a 28 de mayo de 2015, Oficina Española de Patentes y Marcas. Nº REGISTROS: 521.019-01/ 521.019-02/ 521.019-03/ 521.019-04/ 521.019-05/ 521.019-06/ 521.019-07/ 521.019-08.

Publicado en el Boletín Oficial de la Propiedad industrial, con fecha de 3 de junio de 2015, CVE-BOPI-T3-20150603-000000006 (Anexo 3).



1.- Descriptive study of the bifid mandibular canals and retromolar foramina: cone beam CT vs panoramic radiography.

AUTHORS: MUINELO-LORENZO J, SUÁREZ-QUINTANILLA JA, FERNÁNDEZ-ALONSO A, MARSILLAS-RASCADO S, SUÁREZ-CUNQUEIRO M^ªM

Dentomaxillofac Radiol. 2014;43(5):20140090

* Pub Med PMID: 24785820

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24785820>

*doi: 10.1259/dmfr.20140090

<http://dx.doi.org/10.1259/dmfr.20140090>

* Free full text_pdf

<http://www.birpublications.org/doi/abs/10.1259/dmfr.20>



2.- Anatomical characteristics and visibility of mental foramen and accessory mental foramen: Panoramic radiography vs. cone beam CT.

AUTHORS: Muinelo-Lorenzo J, Suárez-Quintanilla JA, Fernández-Alonso A, Varela-Mallou J, Suárez-Cunqueiro MM.

Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2015 Nov 1;20(6):e707-e714.

* Article Number: 20585

* Article Section: Oral Surgery

* Publication Types: research-article

* Pub Med PMID: 26449429

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26449429>

* doi:10.4317/medoral.20585

<http://dx.doi.org/10.4317/medoral.20585>

* References with Crossref - DOI links

<http://www.medicinaoral.com/ref/20585.htm>

* Free full text_pdf

http://www.medicinaoral.com/pubmed/medoralv20_i6_p707.pdf



9.5 ANEXO 3.



CERTIFICADO-TÍTULO DE REGISTRO DE DISEÑO INDUSTRIAL

Cumplidas las disposiciones establecidas en la Ley 20/2003, de 7 de julio, de Protección Jurídica del Diseño Industrial, se certifica que han sido realizadas las correspondientes inscripciones registrales y se expide el presente Certificado-Título de registro del diseño industrial que más abajo se identifica. El registro del diseño confiere a su titular el derecho exclusivo a utilizarlo y ha quedado otorgado, sin perjuicio de terceros, por cinco años contados desde la fecha de presentación de la solicitud y podrá renovarse por uno o más períodos sucesivos de cinco años hasta un máximo de veinticinco años computados desde dicha fecha. De no efectuarse la renovación en la forma y plazos establecidos legalmente, el registro del diseño será caducado.

DISEÑO INDUSTRIAL Nº 521.019

MÚLTIPLES: 01 02 03 04 05 06 07 08

TITULARES:

SUÁREZ CUNQUEIRO, MARÍA MERCEDES
ENTRERIOS S/N FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGIA, 15872, SANTIAGO DE
COMPOSTELA LA CORUÑA
MUINELO LORENZO, JUAN SUÁREZ QUINTANILLA, JUAN ANTONIO RAPADO
GONZÁLEZ, ÓSCAR

FECHA CONCESIÓN REGISTRO: 28 de mayo de 2015

Madrid, 03 de junio de 2015

EL DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE PATENTES E INFORMACIÓN
TECNOLÓGICA

P.D. Firma:

Fdo: Ana Mª Redondo Mínguez

Jefe del Servicio de Actuaciones Administrativas
(Res. 05/09/2007)

